

ВЕСТНИК

БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

Научно-методический журнал
Издается с января 2003 г.
Периодичность издания – 4 раза в год

2021 № 2

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь журнал включен в перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственным, техническим (сельскохозяйственное машиностроение) и экономическим (агропромышленный комплекс) наукам

СОДЕРЖАНИЕ

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

| | |
|--|----|
| Е. Н. Гридюшко. Рынок ценных бумаг Республики Беларусь: состояние и перспективы развития..... | 5 |
| Е. В. Карачевская, Ю. А. Чепельников. Рынок молока: современное состояние и перспективы развития | 10 |
| В. Н. Кулаков. Оценка основных финансово-экономических факторов, оказывающих влияние на инвестиционный климат Республики Беларусь | 15 |
| Е. А. Гудкова. Совершенствование экономической сущности и классификации обязательств | 22 |
| Т. А. Куруленко. Сущность и различия в понятиях: основные средства, основные фонды, основной капитал..... | 28 |
| Б. М. Шундалов. Экономическая эффективность разведения, выращивания и реализации племенного поголовья крупного рогатого скота | 32 |
| Е. В. Карачевская. Принципы и инструменты формирования методологии стратегии развития лекарственного растениеводства | 37 |
| С. И. Климин. Государственная поддержка АПК в Республике Беларусь..... | 44 |

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

| | |
|--|----|
| Л. И. Ковалевская, В. И. Бушуева. Селекционная оценка среднеспелых сортообразцов клевера лугового в питомнике исходного материала | 48 |
| Д. В. Гатальская, Ю. С. Малышкина, Е. В. Равков. Качественный состав зерна желтого люпина в конкурсном сортоиспытании..... | 55 |
| Д. В. Чуйко, А. Н. Брагин, В. А. Михайленко. Влияние регуляторов роста растений на вегетативную поверхность линий подсолнечника..... | 59 |
| А. Н. Иванистов, С. В. Егоров, Ю. Л. Тибец. Электрофоретический анализ запасных белков зерен пшеницы китайской селекции | 64 |
| И. Р. Вильдфлуш, С. С. Мосур. Урожайность и качество зелёной массы кукурузы в зависимости от применяемых органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста | 70 |
| Н. В. Степанова. Формирование высокопродуктивного ценоза льна масличного в зависимости от нормы высева семян | 75 |
| А. В. Двойнишников, В. Н. Исаченко, Д. В. Караульный, А. С. Мастеров. Результаты испытания сортов озимой пшеницы в 2015–2020 годах в условиях ГСХУ «Горечкая сортоиспытательная станция»..... | 80 |
| А. А. Запрудский. Биологическая и хозяйственная оценка сортов кормовых бобов в условиях центральной части Беларуси..... | 85 |
| А. П. Князева, А. С. Мастеров. Влияние биологических препаратов на урожайность ярового ячменя.. | 90 |
| Т. Н. Камедько, Р. М. Пугачёв, М. В. Сандалова, П. М. Пугачёв. Первичное сортоизучение земляники садовой (<i>Fragaria × ananassa</i>) при выделении сорта Татиус | 94 |
| А. С. Мастеров, Д. И. Романцевич, А. С. Журавский. Влияние регуляторов роста на эффективность возделывания горчицы белой на семена..... | 98 |

| | |
|---|-----|
| А. В. Петренко, В. В. Скорина. Сравнительная характеристика сортообразцов укропа пахучего по основным хозяйственным признакам..... | 102 |
| Н. Л. Свидуневич, А. Г. Жуковский. Эффективность фунгицидов в защите кукурузы от пузырчатой головни и фузариоза початков в условиях Беларуси..... | 107 |
| И. Г. Кохтенкова, В. В. Скорина. Корреляционная зависимость между фенотипическими признаками у коллекционных сортообразцов чеснока озимого..... | 113 |
| И. Р. Вильдфлуш, О. В. Малашевская. Экономическая эффективность применения удобрений, ризобийного инокулянта и регулятора роста при возделывании полевого гороха..... | 117 |
| А. П. Гвоздов, Л. А. Булавин, Д. Г. Симченков, Л. И. Гвоздова, В. Д. Кранцевич, М. А. Белановская, С. А. Пынтиков. Изменение засоренности посевов и урожайности зерна озимой пшеницы под влиянием обработки почвы, боронования и применения гербицида..... | 121 |
| Багиров Орхан Рза Оглы. Исследование сливы в Нахчыванской автономной республике | 125 |
| А. П. Гвоздов, Л. А. Булавин, С. А. Пынтиков, М. А. Белановская, В. Д. Кранцевич. Влияние гербицидов и сроков их внесения на засоренность посевов и продуктивность кукурузы..... | 129 |
| И. Е. Баева, И. Г. Пугачева, М. М. Добродькин, О. Г. Бабак, А. В. Кильчевский. Создание высокоурожайных линий и гибридов томата с генами устойчивости к патогенным организмам с использованием маркер-сопутствующего и гаметного отборов..... | 135 |
| Б. Ж. Жанзаков, В. Г. Черненко, Т. Ф. Перскова. Влияние условий фосфорного питания на продуктивность и качество чечевицы разновидностей сорта «Веховская» | 141 |
| В. И. Бушуева, М. Н. Авраменко, В. П. Бардовская. Новый сорт галеги восточной БГСХА-2..... | 147 |

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

| | |
|---|-----|
| А. В. Клочков, О. Б. Соломко. Активизация магнитного воздействия на воду при перемешивании | 154 |
| А. В. Китун, П. Ю. Крупенин. Основы формирования поточных технологических линий на животноводческой ферме | 160 |
| Д. А. Михеев, А. А. Сысоев. Сушка семян рапса с искусственной оболочкой на основе бентонитовой глины..... | 165 |
| В. А. Шаршунов, Н. С. Сентюров, М. В. Цайц. Определение скорости витания компонентов вороха льнокостры | 171 |
| В. Р. Петровец, В. В. Амеличев. Зарубежный опыт посева льна | 176 |
| И. И. Бондаренко, В. Г. Костенич, А. Г. Белевич, В. А. Белоусов. Бортовое диагностирование технического состояния фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач трактора «Беларус»... | 179 |
| А. В. Китун, П. Ю. Крупенин, А. А. Романович. Проектирование мобильных транспортных потоков на животноводческом предприятии..... | 184 |
| И. И. Бондаренко. Определение порогового значения предельной выработки ресурса моторного масла колесного трактора | 191 |

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

| | |
|--|-----|
| Н. М. Кащенко, В. В. Васильев, В. П. Ковалев. Принципы и технология расчета параметров реконструируемых польдерных систем сельскохозяйственного назначения..... | 196 |
| Н. В. Васильева. Расчет осадки насыпных сооружений, построенных на биогенных грунтах..... | 203 |
| И. А. Романов. Учет величины внутрпочвенного стока при водобалансовых расчетах на супесчаных почвах Беларуси..... | 208 |
| Т. Н. Мысльва, О. А. Куцаева. Методологические основы развития современного землеустройства и его особенности в контексте перехода к инновационным методам хозяйствования в АПК | 213 |

ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

| | |
|---|-----|
| С. Н. Ковалёва, А. В. Кудрявцева. Реализация личностно-ориентированного подхода в обучении студентов на кафедре бухгалтерского учета УО БГСХА..... | 219 |
|---|-----|

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

| | |
|--|-----|
| Ф. С. Приходько, С. С. Скоромная. Из истории изучения лесного дела в Горецких учебных заведениях..... | 225 |
|--|-----|

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

| | |
|---|-----|
| В. Н. Блохин. К юбилею педагога, ученого, писателя..... | 229 |
| А. Р. Цыганов, И. Р. Вильдфлуш, В. Б. Воробьев. Цель жизни – служение науке (к 70-летию со дня рождения академика Национальной академии наук Беларуси Виталия Витальевича Лапа)..... | 232 |

BULLETIN

OF THE BELARUSSIAN STATE AGRICULTURAL ACADEMY

The guidance journal
is published since January, 2003
Periodicity: issued four times a year

2021 № 2

According to the order of the High Attestation Commission of the Republic of Belarus the journal has been included in the list of scientific works for publishing results of theses on agricultural, technical (agricultural machine building) and economic (agrarian economics) sciences

CONTENTS

AGRICULTURAL ECONOMICS

| | |
|--|----|
| E. N. Gridiushko. Securities market of the Republic of Belarus: current state and development prospects | 5 |
| E. V. Karachevskaja, Iu. A. Chepelnikov. Milk market: current state and development prospects | 10 |
| V. N. Kulakov. Assessment of the main financial and economic factors affecting the investment climate of the Republic of Belarus..... | 15 |
| E. A. Gudkova. Improvement of the economic essence and classification of liabilities | 22 |
| T. A. Kurulenko. The essence of concepts 'fixed assets', 'fixed funds', 'fixed capital' and their difference | 28 |
| B. M. Shundalov. Economic efficiency of breeding, growing and sale of pedigree cattle..... | 32 |
| E. V. Karachevskaja. Principles and instruments of formation of methodology of medicinal plant growing development strategy..... | 37 |
| S. I. Klimin. State support of AIC in the Republic of Belarus | 44 |

FARMING AND PLANT-GROWING

| | |
|---|----|
| L. I. Kovalevskaja, V. I. Bushueva. Selection assessment of medium-maturing variety samples of meadow clover in an initial material nursery | 48 |
| D. V. Gatal'skaia, Iu. S. Malyshkina, E. V. Ravkov. Qualitative composition of yellow lupine grain in competitive variety testing..... | 55 |
| D. V. Chuiko, A. N. Bragin, V. A. Mikhailenko. The influence of plant growth regulators on vegetative surface of sunflower lines..... | 59 |
| A. N. Ivanistov, S. V. Egorov, Iu. L. Tibets. Electrophoretic analysis of spare proteins in the grain of wheat of Chinese selection..... | 64 |
| I. R. Vildflush, S. S. Mosur. Yield and quality of green mass of corn depending on applied organic, macro- and micro-fertilizers and growth regulators..... | 70 |
| N. V. Stepanova. Formation of highly productive cenosis of oil flax depending on the rate of seeding..... | 75 |
| A. V. Dvoinishnikov, V. N. Isachenko, D. V. Karaulnyi, A. S. Masterov. Results of winter wheat varieties testing in 2015–2020 at the state farm «Horki Variety Testing Station»..... | 80 |
| A. A. Zaprudskii. Biological and economic assessment of fodder legume varieties in the conditions of the central part of Belarus..... | 85 |
| A. P. Kniazeva, A. S. Masterov. The influence of biological preparations on spring barley productivity | 90 |
| T. N. Kamedko, R. M. Pugachev, M. V. Sandalova, P. M. Pugachev. Primary variety study of garden strawberry (<i>Fragaria × ananassa</i>) when selecting Tatius variety | 94 |

| | |
|---|-----|
| A. S. Masterov, D. I. Romantsevich, A. S. Zhuravskii. The influence of growth regulators on the efficiency of cultivation of white mustard for seeds | 98 |
| A. V. Petrenko, V. V. Skorina. Comparative characteristics of variety samples of fragrant dill according to the main economic indicators | 102 |
| N. L. Svidunovich, A. G. Zhukovskii. Efficiency of fungicides in corn protection from blister smut and ear fusarium in the conditions of Belarus | 107 |
| I. G. Kokhtenkova, V. V. Skorina. Correlation dependence between phenotypic traits of collection variety samples of winter garlic | 113 |
| I. R. Vildflush, O. V. Malashevskaja. Economic efficiency of application of fertilizers, rhizobial inoculant and growth regulator when cultivating field peas..... | 117 |
| A. P. Gvozdov, L. A. Bulavin, D. G. Simchenkov, L. I. Gvozdova, V. D. Krantsevich, M. A. Belanovskaia, S. A. Pyntikov. Change in weediness of crops and yield of grain of winter wheat under the influence of soil cultivation, harrowing and herbicide application..... | 121 |
| Bagirov Orkhan Reza Ogly. Plum research in Nakhichevan Autonomous Republic..... | 125 |
| A. P. Gvozdov, L. A. Bulavin, S. A. Pyntikov, M. A. Belanovskaia, V. D. Krantsevich. The influence of herbicides and time of their application on the weediness of crops and productivity of corn..... | 129 |
| I. E. Baeva, I. G. Pugacheva, M. M. Dobrodin, O. G. Babak, A. V. Kilchevskii. Creation of high-yield lines and hybrids of tomato with genes of resistibility to pathogenic organisms using marker-associated and gamete selections..... | 135 |
| B. Zh. Zhanzakov, V. G. Chernenok, T. F. Persikova. The influence of phosphorous feeding on productivity and quality of lentil of different types of «Vekhovskaia» variety..... | 141 |
| V. I. Bushueva, M. N. Avramenko, V. P. Bardovskaia. A new Galega orientalis variety «BGSKhA-2» | 147 |

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

| | |
|--|-----|
| A. V. Klochkov, O. B. Solomko. Activization of magnetic influence on water during the mixing | 154 |
| A. V. Kitun, P. Iu. Krupenin. Bases of formation of flow technological lines at a cattle farm | 160 |
| D. A. Mikheev, A. A. Sysoev. Drying of rape seeds with artificial coating on the basis of bentonite clay | 165 |
| V. A. Sharshunov, N. S. Sentiurov, M. V. Tsaits. Determination of the speed of hovering of flax straw heap components | 171 |
| V. R. Petrovets, V. V. Amelichev. Foreign experience of flax sowing | 176 |
| I. I. Bondarenko, V. G. Kostenich, A. G. Belevich, V. A. Belousov. On-board diagnostics of the technical condition of friction discs of hydraulic clutches of Belarus tractor gear box..... | 179 |
| A. V. Kitun, P. Iu. Krupenin, A. A. Romanovich. Designing mobile transport flows at a livestock farm | 184 |
| I. I. Bondarenko. Determination of threshold value of maximum resource exhaustion of wheeled tractor engine oil | 191 |

MELIORATION AND LAND USE PLANNING

| | |
|---|-----|
| N. M. Kashchenko, V. V. Vasilev, V. P. Kovalev. Principles and technology of calculation of parameters of reconstructed polder systems used in agriculture | 196 |
| N. V. Vasileva. Calculation of settlement of earth banks built on biogenic soils | 203 |
| I. A. Romanov. Accounting of the value of intra-soil runoff in the calculation of water balance of sandy loam soils in Belarus..... | 208 |
| T. N. Myslyva, O. A. Kutsaeva. Methodological bases of development of modern land management and its features in the context of transition to innovative methods of economic management in AIC | 213 |

INNOVATIVE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES

| | |
|---|-----|
| S. N. Kovaleva, A. V. Kudriavtseva. Implementation of a personality-oriented approach to students' teaching at the department of accounting of Belarusian State Agricultural Academy | 219 |
|---|-----|

PAGES OF HISTORY

| | |
|--|-----|
| F. S. Prikhodko, S. S. Skoromnaia. From the history of forestry studies in Horki educational establishments. | 225 |
|--|-----|

JUBILEE DATES

| | |
|--|-----|
| V. N. Blokhin. On the anniversary of the pedagogue, scientist, writer | 229 |
| A. R. Tsyganov, I. R. Vildflush, V. B. Vorobev. The purpose of life is to serve science (on the 70 th anniversary of the birth of Vitalii Vitalevich Lapa, an academician of the National Academy of Sciences of Belarus)..... | 232 |

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 336.763(476)

РЫНОК ЦЕННЫХ БУМАГ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Е. Н. ГРИДЮШКО

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: ElenaG2299@yandex.by

(Поступила в редакцию 26.03.2021)

За 30-летний период развития рынка ценных бумаг была проделана масштабная работа по формированию правовой основы, технологической инфраструктуры, развитию отдельных сегментов. В разные годы функционирование фондового рынка происходило в рамках соответствующих нормативных документов. Анализ Стратегии развития финансового рынка до 2020 г. показал, что приоритет отдается рынку облигаций. Капитализация акций в ВВП республики составляет менее 1 %, что объясняется не только доминирующей ролью государственной формы собственности в акционерном капитале отечественных компаний, но и существующими ограничениями в обращении акций.

Как показали исследования, белорусский рынок ценных бумаг характеризует высокий уровень инфраструктуры. В настоящее время усилия Министерства финансов, как регулятора рынка, направлены на изучение мировой практики и вступление в Международную организацию комиссий по ценным бумагам, что позволит поднять имидж фондового рынка. В статье рассмотрены негативные моменты, связанные с недостаточным развитием механизмов секьюритизации и выпусков акций с использованием иностранных депозитарных расписок; отсутствием института коллективного инвестирования, что не позволяет населению и субъектам хозяйствования использовать в полной мере возможности рынка ценных бумаг.

В ближайшие годы развитие рынка ценных бумаг будет происходить в рамках Государственной программы «Управление государственными финансами и регулирование финансового рынка на период до 2025 года». Достижению целевых ориентиров рынка будет способствовать реализация следующих задач, заложенных в программе: развитие рынков акций и облигаций; совершенствование инфраструктуры; внедрение механизмов дистанционного банковского обслуживания на рынке государственных ценных бумаг.

Ключевые слова: рынок ценных бумаг, акция, облигация, профессиональный участник, биржа.

Over the 30-year period of development of securities market, large-scale work has been done to form the legal framework, technological infrastructure, and develop individual segments. Over the years, the functioning of stock market took place within the framework of relevant regulatory documents. Analysis of the Strategy for the Development of the Financial Market until 2020 showed that the priority is given to the bond market. The capitalization of shares in the republic's GDP is less than 1 %, which is explained not only by the dominant role of the state form of ownership in the share capital of domestic companies, but also by the existing restrictions on the circulation of shares.

Studies have shown that Belarusian securities market is characterized by a high level of infrastructure. At present, the efforts of the Ministry of Finance, as a market regulator, are aimed at studying world practice and joining the International Organization of Securities Commissions, which will improve the image of stock market. The article discusses the negative aspects associated with insufficient development of mechanisms for securitization and share issues using foreign depository receipts; the absence of the institution of collective investment, which does not allow the population and business entities to fully use the opportunities of the securities market.

In the coming years, the development of securities market will take place within the framework of the State Program «Management of public finances and regulation of the financial market for the period up to 2025». Achievement of the target market benchmarks will be facilitated by the implementation of the following tasks included in the program: development of stock and bond markets; improving infrastructure; introduction of remote banking mechanisms in the government securities market.

Key words: securities market, share, bond, professional participant, exchange.

Введение

В эффективно функционирующей рыночной экономике наличие финансового рынка является неотъемлемым атрибутом, позволяющим перераспределять финансовые ресурсы между экономическими агентами. Финансовый рынок оперирует многочисленными финансовыми инструментами (ценные бумаги, депозиты, паи, кредиты и другие) и располагает разветвленной инфраструктурой, что определяет его сегментацию. Анализ структуры финансового рынка показал, что доминирующей составляющей выступает рынок ценных бумаг (фондовый рынок). Тенденцией развития рынка цен-

ных бумаг в странах мира является доминирование богатства в виде ценных бумаг по сравнению с материальным богатством. Уровень успешности отдельного человека определяется не количеством принадлежащих ему материальных благ, а объемами контрольных пакетов акций, которыми он владеет. В данном контексте возрастает роль рынка ценных бумаг в экономике государств. Так, отношение капитализации фондового рынка к ВВП в развитых странах составляет в среднем 89 %. В отдельных странах объемы биржевых торгов акциями достигают значительных величин по отношению к ВВП: США – 250 %, Швейцария – 220 %, Великобритания – 180 %, Южная Корея – 150 %. Среднее значение данного показателя по развивающимся странам составляет 47 % [1, с. 20].

Основная часть

За почти 30-летний период существования белорусский рынок ценных бумаг испытывал трудности становления и развития. За прошедшие годы правительством республики проделана масштабная работа по становлению и развитию рынка, формированию его нормативной и технологической инфраструктуры. В разные годы определялись те или иные приоритетные направления развития рынка.

С 2017 г. основные подходы к решению проблем в области рынка ценных бумаг осуществлялись в рамках Стратегии развития финансового рынка Республики Беларусь до 2020 г., принятой совместным постановлением Совета Министров и Национального банка 28.03.2017 г. № 229/6 (далее – Стратегия). В Стратегии был заложен системный подход, позволяющий решить задачу по вхождению Республики Беларусь в число стран с высоким уровнем развития финансового рынка.

Программный документ предусматривал 5 глав, определяющих цель, задачи, направления развития финансового рынка и ожидаемые результаты реализации. Следует отметить, что закономерным предполагалось развитие всех сегментов финансового рынка (банковская система, некредитные финансовые организации, страховой сектор), но особое внимание отводится рынку ценных бумаг. В перечне мероприятий Стратегии, состоящем из 66 направлений, половина из них посвящена развитию фондового рынка [2]. В данном контексте принципиально важно провести анализ результатов реализации программного документа (табл. 1).

Таблица 1. Общая характеристика рынка корпоративных ценных бумаг Республики Беларусь

| Показатели | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2020 г. в % к 2015 г. |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------|
| Количество акционерных обществ, ед. | 4608 | 4628 | 4552 | 4410 | 4258 | 4132 | 90 |
| Количество эмитентов облигаций, ед. | 108 | 257 | 247 | 262 | 255 | 271 | 251 |
| Отношение объема эмиссии корпоративных ценных бумаг к ВВП, % | 46,2 | 47,6 | 45,6 | 42,7 | 40,8 | 36,5 | -9,7 |
| в том числе акций | 30,1 | 31,1 | 29,6 | 26,8 | 25,5 | 22,8 | -7,3 |
| облигаций | 16,1 | 16,5 | 16 | 15,9 | 15,3 | 13,7 | -2,4 |
| Капитализация рынка корпоративных ценных бумаг к ВВП, % | 19,4 | 20,2 | 15,1 | 24,5 | 22,5 | 18,8 | -0,6 |
| в том числе акций | 0,4 | 0,4 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | -0,4 |
| облигаций | 19,0 | 19,8 | 14,4 | 23,9 | 21,9 | 18,0 | -1,0 |

Примечание: Составлена автором на основании источника [3].

Одним из факторов развития фондового рынка является наличие акционерного капитала. В республике процессы приватизации и разгосударствления идут очень медленно. Так, в 2020 г. насчитывалось 4132 акционерных общества, что составляло только 3 % от общего количества коммерческих организаций. Более того, за анализируемый период произошло сокращение хозяйственных обществ на 476 единиц.

Характерной особенностью белорусского фондового рынка как в эти годы, так и за весь период его существования, является опережающий рост объемов эмиссии корпоративных ценных бумаг (в первую очередь акций) к ВВП по сравнению с их капитализацией. В 2015–2017 гг. этот показатель достигает 46–48 %, что свидетельствует о повышении значимости рынка ценных бумаг как источника инвестиций, обеспечивающего реализацию эмиссий и возможность ускоренного развития отдельных отраслей и производств в этот период. Однако основным показателем рынка является капитализация ценных бумаг к ВВП. Анализируя данный показатель за шестилетний период (в среднем 20 %) и сопоставляя с аналогичным показателем развитых стран (89 %), необходимо отметить, что степень глубины белорусского рынка в 4,5 раза ниже. При этом наибольший удельный вес в стоимости ВВП занимает оборот облигаций (в среднем 20 %), а капитализация отечественного рынка акций составляет в среднем 0,6 %, что в 78 раз ниже, чем в развивающихся странах (в среднем 47 %).

Как показывает зарубежная практика, объектом инвестирования на фондовом рынке являются преимущественно акции, при этом именно инвестор формирует спрос на эти ценные бумаги и влияет на дивидендную политику компании, а привлечение средств возможно только за счет мелких инве-

стором. Считается, что для создания ликвидного рынка ценных бумаг необходима доля свободнообращающихся акций, распределенных среди миноритарных инвесторов на уровне не менее 25 % от общего объема эмиссии, а количество мажоритарных акционеров в одном обществе не меньше 3–4 лиц. В Республике Беларусь доля государства составляет 88 % от общего количества акций акционерных обществ. При этом численность обществ с долей государства менее 50 % составляет только чуть более 20 %, а с долей государства более 75 % – почти 80 % от общего количества.

Можно констатировать, что преобладание объемов эмиссии ценных бумаг над их обращением, характеризует фондовый рынок Беларуси как неликвидный. Указанная особенность связана с рядом факторов, среди которых доминирование государственной собственности; отсутствие института коллективного инвестирования; наличием нормы законодательства, устанавливающей преимущественное право облисполкомов и Минского горисполкома на покупку акций организаций, перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию, а также акций, приобретенных гражданами в процессе приватизации и разгосударствления в обмен на именные приватизационные чеки «Имущество». Следует отметить, что отмена данной нормы была предусмотрена перечнем мероприятий Стратегии, но осталась нереализованной.

Исследование инфраструктуры отечественного фондового рынка характеризует позитивно функционирование всех ее элементов. Основной торговой площадкой и клиринговой организацией является ОАО «Белорусская валютно-фондовая биржа». Эффективно выполняет возложенные на нее функции депозитарная система, представленная Республиканским центральным депозитарием и депозитариями второго уровня. Несмотря на ежегодную оптимизацию профессиональных участников рынка, имеется достаточное количество брокеров, дилеров, доверительных управляющих (табл. 2).

Таблица 2. Динамика состава профессиональных участников рынка ценных бумаг Республики Беларусь

| Показатели | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2020 г. к 2015 г., ед. |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------------|
| Количество профучастников, всего | 65 | 60 | 62 | 61 | 58 | 57 | -8 |
| В том числе составляющие работы и услуги: | | | | | | | |
| брокерская деятельность | 63 | 57 | 59 | 58 | 55 | 54 | -9 |
| дилерская деятельность | 62 | 57 | 59 | 58 | 55 | 54 | -8 |
| депозитарная деятельность | 33 | 32 | 32 | 32 | 30 | 31 | -2 |
| доверительное управление | 19 | 19 | 20 | 22 | 22 | 23 | -4 |
| организация торговли ценными бумагами | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - |
| клиринговая деятельность | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - |
| Количество аттестованных специалистов | 4078 | 3786 | 3587 | 3250 | 3104 | 2941 | -1137 |

Примечание: Составлена автором на основании источника [3].

На рынке работают 57 профессиональных участников, в том числе Национальный банк, ОАО «Банк развития», 24 коммерческих банка и 31 организация небанковской сферы. Действуют около 3 тысяч аттестованных специалистов. Концепция улучшения инфраструктуры рынка ценных бумаг была заложена в рамках мероприятий Стратегии, однако некоторые из них не реализованы. Остаются открытыми вопросы акционирования центрального депозитария; создания на его базе торгового репозитария неорганизованного рынка; формирование на базе фондовой биржи компаний, выполняющих функции организаторов торговли. На протяжении всего периода существования белорусского рынка ценных бумаг единственным профессиональным участником, оказывающим услуги по организации торговли с ценными бумагами, является биржа. Со вступлением в силу Закона «О рынке ценных бумаг» с 1 января 2016 г. появилась возможность создания организаторов торговли, которые представляют собой промежуточное звено между биржевым и внебиржевым рынком и предъявляют менее строгие требования к процедуре допуска ценных бумаг к торгам. Наличие таких профессиональных участников позволяет расширить перечень предоставляемых услуг и создать конкуренцию фондовой бирже. Однако пока организаторы торговли отсутствуют на белорусском рынке.

Необходимость трансформации существующей инфраструктуры вызвана не только интенсивным развитием информационных технологий, но и интеграционными факторами. Как показывает опыт европейских стран, если элементы инфраструктуры рынка вовремя не реагируют на вызовы, то с течением времени они просто ликвидируются. Значимым импульсом, позволяющим придать развитию рынка ценных бумаг дополнительное ускорение, является внедрение в республике международной системы нумерации ценных бумаг (International Securities Identification Number). По состоянию на 01.09.2020 г. Центральным депозитарием присвоено 106 международных идентификационных кодов выпускам белорусских эмитентов [4]. В условиях внедрения в Беларуси международных стандартов учета, отчетности и аудита более активный переход на использование международных идентификационных кодов на внутреннем рынке будет способствовать интеграции национального финансового рынка в международный и создаст условия, с одной стороны, для выхода отечественных эмитентов на иностранные рынки капитала, а с другой – облегчит приход зарубежных инвесторов.

В ходе реализации Стратегии был принят ряд прогрессивных нормативно-правовых актов, способствующих развитию рынка. В 2016 г. была создана регулятивная основа для обращения акций с использованием иностранных депозитарных расписок, дающая возможность отечественным компаниям размещать свои акции на иностранных фондовых биржах. Знаковым событием 2017 г. можно назвать появление нового для республики инструмента управления дебиторской задолженностью – механизма секьюритизации. Существенное значение для становления института коллективных инвестиций имел Закон «Об инвестиционных фондах», вступивший в силу в 2018 г. В этот же период была усовершенствована нормативная база в области эмиссии, обращения и погашения государственных ценных бумаг, позволившая привлечь широкий круг инвесторов, увеличить объемы размещения облигаций и снизить расходы бюджета по их обслуживанию. Еще одной точкой приложения усилий Министерства финансов как регулятора рынка явилось получение согласия Совета Министров Республики Беларусь на вступление в Международную организацию комиссий по ценным бумагам (IOSCO), в результате чего регулятор получит доступ к наиболее актуальным подходам в области рынка ценных бумаг.

Несмотря на важность перечисленных выше нововведений, к сожалению, на практике они не смогли принести ожидаемого эффекта. Возможностью привлечения инвестиций через выпуск иностранных депозитарных расписок не воспользовалась ни одна отечественная организация; не получил должного развития и механизм секьюритизации, после вступления в силу правовых основ которого был реализован только единичный проект; остаются проблемы в организации инвестиционных фондов – ни один фонд не начал свою деятельность. Главной причиной этих проблем является сохранение институциональных барьеров, а точечные меры по развитию рынка являются недостаточными.

Закономерно, что в новой Государственной программе «Управление государственными финансами и регулирование финансового рынка на период до 2025 года» актуализированы приоритетные направления развития фондового рынка в подпрограмме 4 «Эффективное функционирование рынка ценных бумаг» (табл. 3).

Таблица 3. Механизм реализации и целевые ориентиры подпрограммы «Эффективное функционирование рынка ценных бумаг»

| Показатели | 2021 г. | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. | 2025 г. | Мероприятия по реализации задачи |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| Задача 1. Развитие рынка акций | | | | | | |
| Прирост объема операций по сравнению с предыдущим годом, не менее % | 2,0 | 2,9 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | Снижение доли государства в акционерном капитале до 25 %+1 акция; продажа госпакетов акций организаций с долей государства не более 50 %; отмена преимущественного права Облисполкомов и Минского горисполкома на покупку акций. |
| Задача 2. Развитие рынка облигаций | | | | | | |
| Прирост объема выпусков по сравнению с предыдущим годом, не менее % | 2,0 | 2,9 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | Создание института квалифицированного инвестора и выпуск для них облигаций; выпуск стрип-облигаций; эмиссия гособлигаций, номинированных в белорусских рублях. |
| Задача 3. Развитие инфраструктуры рынка ценных бумаг | | | | | | |
| Прирост объема операций с облигациями и другими ценными бумагами по сравнению с предыдущим годом, не менее % | 2,0 | 2,9 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | Стимулирование деятельности инвестиционных фондов путем введения льготного налогообложения; допуск к торгам на бирже не только профучастников; электронный доступ к продуктам; вступление Министерства финансов в IOSCO; установление корреспондентских отношений с мировыми расчетно-клиринговыми и депозитными институтами |
| Задача 4. Внедрение и развитие механизма размещения государственных ценных бумаг (ГЦБ) посредством использования каналов дистанционного банковского обслуживания (ДБО) | | | | | | |
| Доля ГЦБ, размещенных с использованием каналов ДБО, в общем объеме ГЦБ, размещенных на внутреннем рынке в течение года, не менее % | 4 | 6 | 8 | 10 | 10 | Консолидация систем ДБО с торговой системой биржи с целью размещения государственных облигаций с использованием ДБО. |

Примечание: Составлена автором на основании источника [5].

В результате реализации программы планируется к 2025 г. достичь прироста объемов операций с акциями; объемов выпусков облигаций и объемов операций с ценными бумагами – не менее 10,9 % нарастающим итогом в разрезе каждого показателя. Реализация механизма дистанционных продаж

государственных ценных бумаг должна обеспечить увеличение их удельного веса до 10 % в общем объеме.

Заключение

Как показали исследования, отечественный фондовый рынок демонстрировал динамичное развитие. Сформировано законодательство, развивается инфраструктура, функционируют профессиональные участники. Вместе с тем приоритет при формировании эмиссионной структуры рынка отдается сегменту облигаций, на долю которого приходится более 98 % оборота. Ликвидность рынка акций остается недостаточной. Не получили должного развития механизмы секьюритизации и выпуска иностранных депозитарных расписок, институт инвестиционных фондов. Создание условий по увеличению спроса и предложения на рынке предусмотрено Государственной программой «Управление государственными финансами и регулирование финансового рынка на период до 2025 года». Полная реализация мероприятий программы позволит устранить барьеры, препятствующие развитию национального рынка ценных бумаг, а тем самым повысить его ликвидность и конкурентоспособность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Господарик, Е. Анализ финансовых систем стран ЕАЭС и их влияние на экономический рост / Е. Господарик, М. Ковалев // Банковский вестник. – 2020. – № 8. – С. 18–25.
2. О стратегии развития финансового рынка Республики Беларусь до 2020 года [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь и Национального банка Респ. Беларусь, 28 марта 2017 г., № 229/6 // Бизнес-Инфо: аналит. правовая система. – Режим доступа: www/business-info.by. – Дата доступа: 03.02.2021.
3. Отчеты о работе Департамента по ценным бумагам [Электронный ресурс] // Министерство финансов Респ. Беларусь / Отчеты о работе Департамента по ценным бумагам. – Режим доступа: [http://www.minfin.gov.by / upload/depceen/otchet](http://www.minfin.gov.by/upload/depceen/otchet) – Дата доступа: 09.02.2021.
4. Шурхай, В. Международные стандарты кодификации ценных бумаг / В. Шурхай // Финансы. Учет. Аудит. – 2020. – № 10. – С. 13–14.
5. О Государственной программе «Управление государственными финансами и регулирование финансового рынка на период до 2025 года [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 12 марта 2020 г., № 143 // Бизнес-Инфо: аналит. правовая система. – Режим доступа: www/business-info.by. – Дата доступа: 03.02.2021.

РЫНОК МОЛОКА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**Е. В. КАРАЧЕВСКАЯ, Ю. А. ЧЕПЕЛЬНИКОВ**

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: yura6898@icloud.com

(Поступила в редакцию 04.03.2021)

В статье проанализированы ключевые вопросы функционирования молочной отрасли республики. Рассмотрено современное состояние молочной промышленности в Республике Беларусь: приводятся показатели производства, потребления и внешней торговли, определены возможности развития экспорта молочной продукции. Изучена динамика поступления и использования молока и молочных продуктов в Республике Беларусь, отмечается тенденция роста ресурсов, в особенности за счет роста производства и роста экспорта молочной продукции, проведена оценка финансовых показателей 10 крупнейших молококооперерабатывающих предприятий Беларуси за 2018–2019 гг. Выделены наиболее крупные предприятия по переработке молока в 2019 г., которыми являются ОАО «Савушкин продукт», ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат» и ОАО «Бабушкина крынка». С целью оценки ассортиментного потребления молока и молочной продукции проведен маркетинговый опрос 100 потребителей г. Минска. Установлено, что в год каждый житель Минска приобретает порядка 249 кг молочных продуктов, при этом доля цельномолочной продукции в общем объеме потребления составляет почти 58 %. Рассмотрена динамика экспорта молочной продукции в разрезе производимого ассортимента: молоко и сливки несгущенные, молоко и сливки сгущенные и сухие, молочная сыворотка, масло сливочное, сыры и творог. Сформированы выводы и предложения по перспективам устойчивого функционирования белорусского рынка молочной продукции, в том числе отмечена важность диверсификации экспорта. Одним из перспективных направлений экспорта являются страны ближнего зарубежья и Азия. Представлен прогноз сбалансированности рынка молока Республики Беларусь на 2021 год.

Ключевые слова: рынок молока, ресурсы, использование, прогноз, экспорт.

The article analyzes the key issues of functioning of the dairy industry in the republic. The current state of dairy industry in the Republic of Belarus is considered: indicators of production, consumption and foreign trade are given, opportunities for the development of export of dairy products are identified. The dynamics of receipt and use of milk and dairy products in the Republic of Belarus has been studied, a tendency towards an increase in resources is noted, especially due to the growth in production and growth of exports of dairy products, the financial indicators of 10 largest milk processing enterprises in Belarus for 2018–2019 have been assessed. The largest milk processing enterprises in 2019 were highlighted, which are OJSC Savushkin Product, OJSC Slutsk Cheese-Making Plant and OJSC Babushkina Krynka. In order to assess the assortment consumption of milk and dairy products, a marketing survey of 100 consumers in Minsk was carried out. It has been established that every Minsk resident purchases about 249 kg of dairy products per year, while the share of whole milk products in the total consumption is almost 58 %. The dynamics of export of dairy products in the context of the assortment produced is considered: milk and uncondensed cream, milk and cream, condensed and dry, whey, butter, cheese and cottage cheese. Conclusions and proposals were drawn up on the prospects for sustainable functioning of Belarusian dairy market, including the importance of export diversification. One of the promising directions of export is the neighboring countries and Asia. A forecast of the balance of milk market in the Republic of Belarus for 2021 is presented.

Key words: milk market, resources, use, forecast, export.

Введение

Рынок молока в Республике Беларусь характеризуется значительными объемами производства, потребления, а также экспортной ориентацией. Экспортная ориентация предприятий молочной промышленности позволяет рассматривать их как источник валютной выручки, значимой как в масштабах агропромышленного комплекса, так и страны в целом. Дальнейшее увеличение объемов экспорта молочной продукции, укрепление позиций на традиционных рынках сбыта, и их диверсификация обуславливают необходимость изучения текущего состояния и тенденций развития отечественного рынка молока. Вопросы функционирования рынка молока и молочных продуктов, специфика деятельности субъектов рынка, проблемы государственного регулирования освещены в работах В. И. Бельского [1], В. Г. Гусакова [1], И. В. Гусаковой [2], З. М. Ильиной [1] и других ученых. В работах рассматриваются особенности развития молочного скотоводства и деятельности сельхозпроизводителей как основных субъектов рынка. В то же время проблема реализации экспортного потенциала молочной отрасли изучена недостаточно полно, особенно с точки зрения диверсификации рынков сбыта, и требует дальнейшего детального изучения. В процессе проведения исследований использовались методы сравнительного анализа, монографический, абстрактно-логический.

Основная часть

Производство молока и молочных продуктов – одна из важнейших отраслей агропромышленного комплекса Беларуси.

Ресурсы молока и молочных продуктов в Республике Беларусь состоят из собственного производства, импорта и переходящих запасов и используются для внутреннего потребления, экспорта и создания необходимых запасов на будущие периоды (табл. 1.).

Таблица 1. Динамика поступления и использования молока и молочных продуктов в Республике Беларусь, тыс. тонн

| Показатели | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ресурсы | | | | | | |
| Запасы на начало года | 136,7 | 317,4 | 226,4 | 226,6 | 333,2 | 230,0 |
| Производство | 6 702,9 | 7 046,8 | 7 140,0 | 7 320,8 | 7 344,6 | 7 394,4 |
| Импорт | 237,2 | 142,7 | 171,5 | 66,1 | 61,4 | 77,4 |
| Итого ресурсов | 7 076,8 | 7 506,9 | 7 537,9 | 7 613,5 | 7 739,2 | 7 701,8 |
| Использование | | | | | | |
| Потреблено в республике | 3 152,3 | 3 066,8 | 3 063,4 | 3 169,2 | 3 123,3 | 3 071,2 |
| личное потребление | 2 377,8 | 2 373,5 | 2 342,6 | 2 407,7 | 2 337,7 | 2 314,4 |
| Экспорт | 3 607,1 | 4 213,7 | 4 247,9 | 4 111,1 | 4 385,9 | 4 397,4 |
| Запасы на конец года | 317,4 | 226,4 | 226,6 | 333,2 | 230,0 | 233,2 |

Примечание: Источник [4].

На основании имеющейся статистической информации можно говорить об увеличении объема переходящих запасов и незначительном увеличении производства в исследуемом периоде. Ресурсы молока и молочных продуктов в целом увеличились на 8,8 % и составили 7701,8 тыс. тонн в 2019 году, что стало возможным благодаря увеличению объемов производства на 10 %.

Потребление молока и молочных продуктов в целом по республике снижается на 2,6 %, однако наблюдается рост экспорта молока и молочных продуктов на 21,9 %, что является благоприятной тенденцией в развитии отрасли.

Исследования показали, что в Беларуси наблюдается соответствующее снижение уровня использования производственных мощностей по производству цельномолочной продукции (в пересчете на молоко). Сокращение использования производственных мощностей приводит к снижению потребления молочных продуктов.

Белорусский молочный рынок характеризуется несколькими ключевыми особенностями. Во-первых, большинство компаний на белорусском рынке принадлежат государству. Во-вторых, финансирование молочной отрасли активно ведется на протяжении двух десятилетий – с начала 2000-х годов господдержка отрасли составила более 1 миллиарда долларов. В-третьих, произошла консолидация белорусской молочной отрасли – с начала десятилетия более 140 предприятий объединились в 40 крупных холдингов. Сухое молоко и сыры являются основными продуктами для отрасли, а переработка сыворотки доведена до 94 % [2].

В табл. 2 представлена информация о результатах деятельности 10 крупнейших молококоперерабатывающих предприятий Беларуси в 2019 году.

Наиболее крупными предприятиями по переработке молока в 2019 г. являются ОАО «Савушкин продукт», ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат» и ОАО «Бабушкина крынка».

Наибольшая сумма прибыли от реализации продукции, товаров, работ, услуг получена ОАО «Савушкин продукт» – 126,3 млн руб., ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат» – 80,95 млн руб., ОАО «Лидский молочно-консервный комбинат» – 52,97 млн руб.

Наиболее рентабельно реализовывалась продукция ОАО «Рогачевский молочно-консервный комбинат» – рентабельность продукции составила 17,92 %, ОАО «Молочный мир» – 17,19 %, ОАО «Лидский молочно-консервный комбинат» – 16,13 %, ОАО «Беллакт» (г. Волковысск) – 13,64 %, ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат».

Анализ динамики потребления молока на внутреннем рынке, показал, что спрос на этот вид продукции имеет долгосрочную тенденцию к снижению. С 2015 года потребление молока и молочных продуктов немного снизилось. При этом внутреннее потребление молока на душу населения значительно ниже рекомендуемой нормы, в 2019 году эта разница достигла 157 кг и потребление составило 246 кг. С целью увеличения спроса на молочную продукцию следует в принятии мер по стимулированию потребления молока и молочных продуктов на внутреннем рынке.

Для изучения поведения потребителей, определения восприятия и предпочтения в отношении молочных продуктов, а также сравнения этих предпочтений с предложениями торговых точек, среди потребителей молочных продуктов было проведено face-to-face исследование (стандартизированное интервью). В ходе маркетингового исследования были опрошены 100 жителей г. Минска – потребителей молочной продукции. Опрос респондентов проходил в личной беседе, в отсутствие посторонних, не участвующих в опросе. Ответы респондентов записывал профессиональный интервьюер. Размер выборки составил 100 человек.

Таблица 2. Финансовые показатели 10 крупнейших молококоперерабатывающих предприятий Беларуси в 2018–2019 гг.

| Наименование предприятий | Выручка от реализации продукции, товаров, работ, услуг, тыс. руб. | | Себестоимость реализованной продукции, товаров, работ, услуг, тыс. руб. | | Чистая прибыль (убыток), тыс. руб. | | Прибыль от реализации продукции, товаров, работ, услуг, тыс. руб. | | Рентабельность от реализации продукции, % | | Рентабельность по конечному финансовому результату, % | |
|---|---|---------|---|---------|------------------------------------|--------|---|---------|---|--------|---|--------|
| | 2018г. | 2019г. | 2018г. | 2019г. | 2018г. | 2019г. | 2018г. | 2019г. | 2018г. | 2019г. | 2018г. | 2019г. |
| ОАО «Савушкин продукт» | 1003959 | 1338827 | 917474 | 1212530 | 55597 | 22088 | 86 485 | 126 297 | 9,43 | 10,42 | 6,06 | 1,82 |
| ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат» | 552734 | 691696 | 536846 | 610745 | -3487 | 49675 | 15888 | 80951 | 2,96 | 13,25 | -0,65 | 8,13 |
| ОАО «Бабушкина крынка» | 458248 | 503681 | 461080 | 465873 | -18766 | 3322 | -2832 | 37808 | -0,61 | 8,12 | -4,07 | 0,71 |
| ОАО «Минский молочный завод №1» | 376134 | 455897 | 359878 | 439063 | 8477 | 9063 | 16256 | 16834 | 4,52 | 3,83 | 2,36 | 2,06 |
| ОАО «Лидский молочно-консервный комбинат» | 253572 | 381285 | 240379 | 328318 | -5869 | 24014 | 13193 | 52967 | 5,49 | 16,13 | -2,44 | 7,31 |
| ОАО «Рогачевский молочно-консервный комбинат» | 312710 | 347794 | 277234 | 294944 | 908 | 7618 | 35476 | 52850 | 12,80 | 17,92 | 0,33 | 2,58 |
| ОАО «Милкавита» | 290 831 | 321 262 | 277199 | 286767 | -875 | 17867 | 13632 | 34495 | 4,92 | 12,03 | -0,32 | 6,23 |
| ОАО «Молочный мир» | 268210 | 314019 | 238278 | 267953 | 21872 | 35078 | 29932 | 46066 | 12,56 | 17,19 | 9,18 | 13,09 |
| ОАО «Беллакт» (г. Волковыск) | 261303 | 295658 | 242825 | 260163 | 8496 | 22173 | 18478 | 35495 | 7,61 | 13,64 | 3,50 | 8,52 |
| ОАО «Здравушка-милк» | 192170 | 211666 | 175646 | 187680 | -1 740 | 1 693 | 16524 | 23986 | 9,41 | 12,78 | -0,99 | 0,90 |

Примечание: Источник: Собственная разработка на основе [3].

Большинство респондентов – 71 % – составляли женщины. Что касается возрастных групп, то наиболее активными потребителями данного продукта оказались горожане в возрасте от 20 до 30 лет – эта категория составила 53 % от всех опрошенных, и покупатели в возрасте от 41 до 50 лет – 32 % респондентов. При этом средний возраст потребителей молочной продукции составил 33,8 года. Среднемесячный доход респондентов на одного члена семьи составил 652,0 руб.

Результаты исследования представляют собой развернутую картину рынка молочной продукции г. Минска.

В год каждый житель Минска приобретает около 249 кг молочных продуктов, при этом доля цельно-молочной продукции в общем объеме потребления составляет почти 58 % (рис. 1).

Большинство минчан – 74 % опрошенных – покупают молоко не реже одного раза в неделю, при этом 33 % покупают молоко 2–3 раза в неделю, 11 % – ежедневно, 30 % – раз в неделю. Средняя частота покупок – один раз в 6–7 дней.

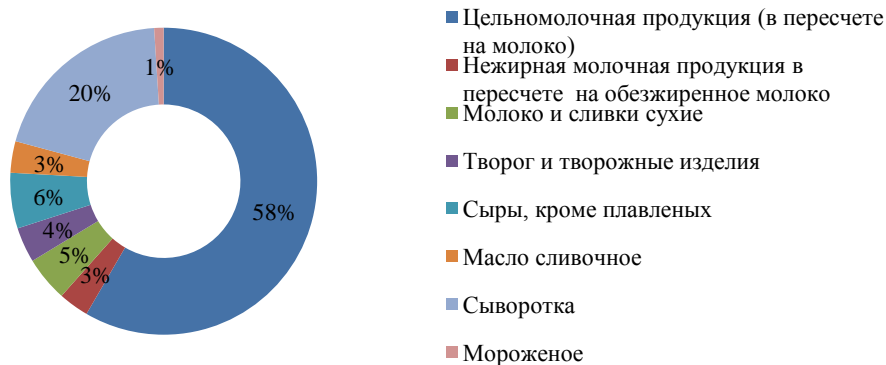


Рис. 1. Структура потребления молочной продукции в среднем на 1 жителя г. Минска в месяц, г

По результатам опроса потребителей при выборе продукции они, прежде всего, руководствуются следующими критериями:

- 1 место – вкусовые свойства и качество продукции.
- 2 место – цена.
- 3 место – известность торговой марки.
- 4 место – совет друзей, совет продавца.

Места совершения покупки: 47 % респондентов приобретают молочную продукцию в супермаркетах и магазинах самообслуживания; 38 % респондентов приобретают продукцию в специализированных магазинах и киосках от молококомбинатов; остальные 15 % респондентов – приобретают продукцию в зависимости от случая в обычных продовольственных магазинах, на рынках и т.д.

Анализ динамики производства и сбыта молочной продукции показал, что экспорт в структуре производства занимает более 60 %. При этом согласно отчетам IDF (International Dairy Federation), Беларусь занимает пятое место в мире (5,5 % мирового экспорта) в списке ведущих мировых экспортеров молочных продуктов (без учета торговли между странами ЕС) в сегменте твердых сыров (5,5 % мирового экспорта), по сухому обезжиренному молоку – пятая позиция (3,2 %), а по сухому цельному молоку – шестая (1,2 %) [1, 5].

Оценка структуры экспорта за 2014–2019 гг. показала рост экспорта в натуральном выражении по маслу сливочному на 12,5 %, по молоку и сливкам сгущенным и сухим на 1,6 %, по сыру и творогу на 46,4 %, а по остальным видам продукции отмечается сокращение. На 33,3 % снизился экспорт по молоку и сливкам несгущенным (рис.2).

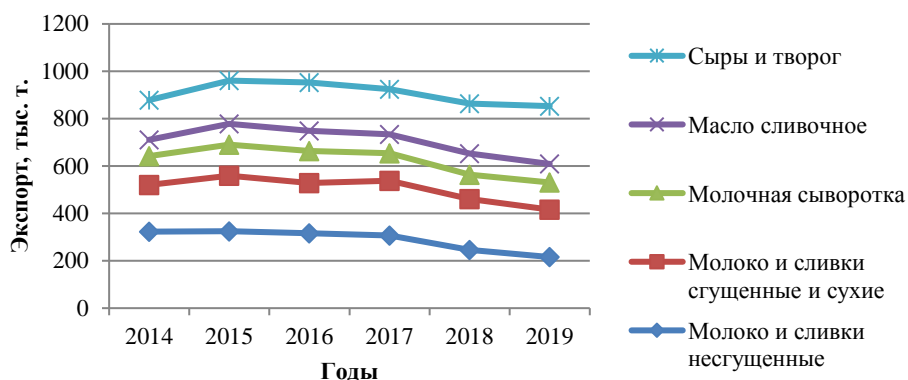


Рис. 2. Данные по объемам отгрузки продукции на экспорт в динамике, тыс. т

Примечание: составлено автором по данным источника [4].

Одна из актуальных задач, стоящих перед белорусскими производителями молочной продукции, – изменение существующей структуры экспорта. Несмотря на все очевидные преимущества российского рынка (его высокая емкость, конкурентоспособность белорусской продукции на нем по соотношению цены и качества, логистический фактор), ориентация поставок молочной продукции на один рынок сбыта весьма уязвима.

Белорусские производители периодически становятся заложниками молочных конфликтов с Россией. Российские молочники регулярно выступают с требованиями приостановки импорта белорус-

ской молочной продукции с целью стабилизации цен на российском рынке и прекращения демпинга со стороны белорусских поставщиков [6]. Поэтому белорусским производителям необходимо диверсифицировать экспортные поставки, чтобы не зависеть от одного рынка сбыта.

У белорусских производителей молочной продукции есть перспективы выхода на новые рынки сбыта. Планируется изменение структуры баланса в распределении рыночных долей в сторону соседних стран и Азии.

В Азии может быть спрос на белорусскую сыворотку, казеин и другие товары глубокой переработки, цены на которые менее подвержены колебаниям. Небольшие объемы белорусской молочной сыворотки уже поставляется в Катар, Китай, Тайвань, Таиланд, Филиппины, Вьетнам, Пакистан и Сирию.

Несколько белорусских предприятий реализуют молочную продукцию на рынок Евросоюза: ОАО «Верхнедвинский маслосырродельный завод», СП «Санта Бремор» (мороженое), ОАО «Березовский сырродельный комбинат» и ОАО «Савушкин продукт».

Допуск белорусских молочных компаний на рынок ЕС не только диверсифицирует продажи, но и в некоторой степени снизит остроту вопросов, связанных с конкуренцией на российском рынке молочных продуктов [6].

Важнейшим направлением развития отрасли должно стать расширение емкости отечественного молочного рынка за счет увеличения ассортимента, повышения экономической доступности, реализации программ по обеспечению здорового питания населения («школьное молоко», «функциональное питание») и брендинг товаров.

При производстве молочного сырья на уровне 7,9 млн. тонн в 2021 г. и приоритетном удовлетворении рационального внутреннего спроса потенциал экспорта в 2021 г. составит 4,7 тыс. тонн (табл. 3).

Таблица 3. Прогноз развития рынка молока Республики Беларусь, тыс. тонн

| Показатели | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | Прогноз | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | | | 2020 г. | 2021 г. |
| Спрос – всего | 7 280,30 | 7 509,20 | 7 468,60 | 7 693,09 | 7 861,21 |
| в т.ч. внутренний рынок | 3 169,20 | 3 123,30 | 3 071,20 | 3 108,65 | 3 133,62 |
| Экспорт | 4 111,10 | 4 385,90 | 4 397,40 | 4 584,43 | 4 727,58 |
| Предложение – всего | 7 386,90 | 7 406,00 | 7 471,80 | 7 496,97 | 7 528,67 |
| в т.ч. производство | 7 320,80 | 7 344,60 | 7 394,40 | 7 426,87 | 7 463,67 |
| Импорт | 66,1 | 61,4 | 77,4 | 70,1 | 65 |
| Производство на душу населения, кг/год | 771 | 775 | 785 | 786 | 790 |
| Потребление на душу населения, кг/год | 253 | 246 | 246 | 249 | 251 |

Заключение

Таким образом, рынку молока свойственна определенная цикличность: периоды спада и подъема длятся в среднем по три года. Важными факторами, оказывающими влияние на рынок в будущем, станут изменение климата и политическая ситуация в мире. Большая часть молочной продукции реализуется за пределы Республики Беларусь. Однако сложившаяся структура экспорта делает отрасль весьма уязвимой в свете непрекращающихся торговых стычек между Россией и Беларусью. У белорусских производителей молочной продукции имеются перспективы выхода на новые рынки сбыта. Изменение структуры баланса в распределении долей рынка планируется в сторону стран ближнего зарубежья и в Азию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусаков, В. Г. Стратегия устойчивого развития рынка молока / В. Г. Гусаков, З. М. Ильина, В. И. Бельский // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2010. – № 3(9). – С. 3–9.
2. Гусакова, И. В. Рынок молока: современное состояние и перспективы развития / И. В. Гусакова // Белорус. гос. с.-х. акад. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2015 – № 1(20). – С. 38–49.
3. Единый портал финансового рынка [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: https://portal.gov.by/PortalGovBy/faces/epfr?_adf.ctrl-state=18o870im4k_4&_aftrLoop=4762377988424532 – Дата доступа: 01.03.2021.
4. Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/> – Дата доступа: 19.09.2020.
5. Молочная отрасль, 2020 // [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: http://uniter.by/upload/Dairy_industry.pdf. – Дата доступа: 11.03.2021.
6. Пути повышения экономической эффективности молочной отрасли [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <http://kazorta.org/puti-povysheniya-ekonomicheskoy-effektivnosti-molochnoj-otrasli/>. – Дата доступа: 16.02.2021.

ASSESSMENT OF THE MAIN FINANCIAL AND ECONOMIC FACTORS AFFECTING THE INVESTMENT CLIMATE OF THE REPUBLIC OF BELARUS

V. N. KULAKOU

ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА ИНВЕСТИЦИОННЫЙ КЛИМАТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В. Н. КУЛАКОВ

Национальное агентство академических обменов Польши (NAWA),
Университет им. Я. Кохановского,
г. Кельце, Республика Польша, 25-318; e-mail: vasili-kulakov@yandex.ru

(Поступила в редакцию 10.03.2021)

For the Republic of Belarus, as an active participant in international economic relations, attracting foreign investment is a fundamental component of the state's foreign economic policy. The degree of competitiveness of a country in the capital, labor, and innovation markets largely depends on its investment attractiveness. For this reason, a comprehensive analysis of the investment climate is very important when making a final decision on the implementation of capital contributions, both for internal and external investors. The assessment methodologies used in international practice are very diverse, however, as a rule, they do not fully take into account the peculiarities of transition economies. The article analyzes a group of financial and economic factors that influence the investment climate, taking into account the specifics of the conditions for the development of Belarusian economic system with focusing on the rates and directions of changes in indicators. Within the framework of the study, the following were examined: GDP dynamics (including per capita); changes in the value of foreign debt; inflation rate; refinancing rate; preferential tax treatments; degree of stability of the national currency; level and features of monopolism in the country; market capacity; cost of skilled labor. The analysis made it possible: to determine the rate of change and main trends in the development of key economic indicators; to group them by areas of influence on the investment climate of the country; to identify bottlenecks that require special attention of investors when making decisions on capital injections. The results obtained make it possible to form an idea of the specifics of doing business in Belarus.

Key words: investment climate, GDP, external debt, inflation, refinancing rate, tax treatment, monopoly, market capacity.

Для Республики Беларусь, как активного участника международных экономических отношений, привлечение иностранных инвестиций является основополагающей составляющей внешнеэкономической политики государства. От инвестиционной привлекательности страны во многом зависит степень её конкурентоспособности на рынках капитала, трудовых ресурсов и инноваций. По этой причине комплексный анализ инвестиционного климата очень важен при принятии окончательного решения об осуществлении капитальных вложений, как для внутренних, так и для внешних инвесторов. Применяемые в международной практике методики оценки весьма разнообразны, однако, как правило, не в полной мере учитывают особенности присущие странам с переходной экономикой. В статье проведен анализ группы финансовых и экономических факторов, оказывающих влияние на инвестиционный климат, с учетом специфики условий развития белорусской хозяйственной системы и акцентом на темпах и направлениях изменения показателей. В рамках исследования были изучены: динамика ВВП (в том числе и на душу населения); изменение стоимости внешнего долга; уровень инфляции; ставка рефинансирования; существующие льготные налоговые режимы; степень стабильности национальной валюты; уровень и особенности монополизма в стране; емкость рынка; стоимость квалифицированной рабочей силы. Проведенный анализ позволил: определить скорость и основные тенденции развития ключевых экономических индикаторов; сгруппировать их по направлениям влияния на инвестиционный климат страны; выявить узкие места, требующие особого внимания инвесторов при принятии решений о вложении капитала. Полученные результаты дают возможность сформировать представление об особенностях ведения бизнеса в Беларуси.

Ключевые слова: инвестиционный климат, ВВП, внешний долг, инфляция, ставка рефинансирования, налоговый режим, монополизм, емкость рынка.

Introduction

In present-day conditions, the effective development of any economy is possible only with its constant saturation with investments. International capital rushes to the places where the implementation of investment projects provides a greater economic return. The country's ability to attract foreign capital is largely determined by the current investment climate.

According to our research, most definitions come down to the fact that the investment climate is a certain environment in which investment activities are carried out. This environment characterized by a set of various factors. Understanding the essence of the investment climate requires an analysis and classification of the factors under the influence of which it develops [7, 14, 15, 28, 30].

It should be noted that the investment climate is not a strictly fixed constant. It is dynamic and capable of changing both for the better and for the worse. This is the reason why, a comprehensive analysis of the investment climate is very important when making the final decision on the injection of capital, both for domestic and foreign investors. By now many methods for assessing the investment climate of countries and regions have been developed. Most of them are based on research from rating agencies, business schools, scientific and research institutions. The existing approaches differ in the number and composition of the ana-

lyzed indicators, methods for determining their qualitative and quantitative characteristics, ranges of assessment, depth of research, etc. [1, 16, 18, 20, 23].

Economic and financial forces are the most numerous, varied and important in investment climate analysis. We are going to focus on those that have the most significant impact on the economic development of the country.

Main part

GDP dynamics (including per capita)

Gross domestic product (GDP), including GDP per capita, is one of the most common indicators used to track the state of the national economy. It is perhaps the most closely-watched and important economic indicator for both economists and investors [32].

In a market economy, GDP growth indicates an increase in production volumes and, accordingly, sales of goods and services, which leads to improving the welfare of the state, the standard of living of the population, and therefore purchasing power. From the investor's point of view, the positive dynamics of GDP is regarded as a favorable trend, despite the fact that in the long term it may lead to an increase in inflation and an increase in the interest rate.

Throughout the duration of last few years is in evidence a positive trend in GDP and GDP per capita in Belarus. After a steep fall in 2016 because of the devaluation of the national currency, at the end of 2019, these indicators increased by 32 and 33.5 %, respectively (Tab. 1).

Table 1. Dynamics of GDP and GDP per capita in Belarus in 2015–2019

| Indicators | Years | | | | | 2019/2015 [%] | 2019/2016 [%] |
|--------------------------|-------|------|------|------|------|---------------|---------------|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | | |
| GDP bn. USD | 56,5 | 47,8 | 54,4 | 59,7 | 63,1 | 111,7 | 132,0 |
| GDP per capita thou. USD | 5,9 | 5,0 | 5,8 | 6,3 | 6,7 | 112,7 | 133,5 |

Source: prepared by the author based on: [2, 3].

In our opinion, in the current economic conditions of the Republic of Belarus, this indicator is not able to fully perform assigned functions.

One of the reasons for this situation is the extremely high concentration of export-import flows in a small group of countries. The 5 largest foreign partners account for more than 70 % of the total volume of Belarusian foreign trade (about 48 % the Russian Federation). Thus, all other trade relations with about 195 countries cover less than 30 % of the republic's foreign trade turnover [8, 9]. In light of the fact that more than half of the products are sold for export, even minor fluctuation in the markets of the main trading partners can have a very significant impact on the volume and efficiency of sales of Belarusian-made goods. As an example, restrictions on the import of meat and dairy products from the side of Russian Federation can be cited.

The goods remaining at stock do not increase the welfare of the state in any way and do not raise the standard of living. This should be taken into account by investors.

External debt

The historical attitude towards external debt can be described as negative rather than positive. On the other hand, one should not forget that foreign investment – a powerful engine of economic growth, is also included in the amount of debt.

The data of the National Bank of the Republic of Belarus show an upward trend in the value of gross external debt in the Republic of Belarus. This is indicated by the positive slope of the trend line (Fig. 1). In the last year alone, it has increased by 3.65 %.

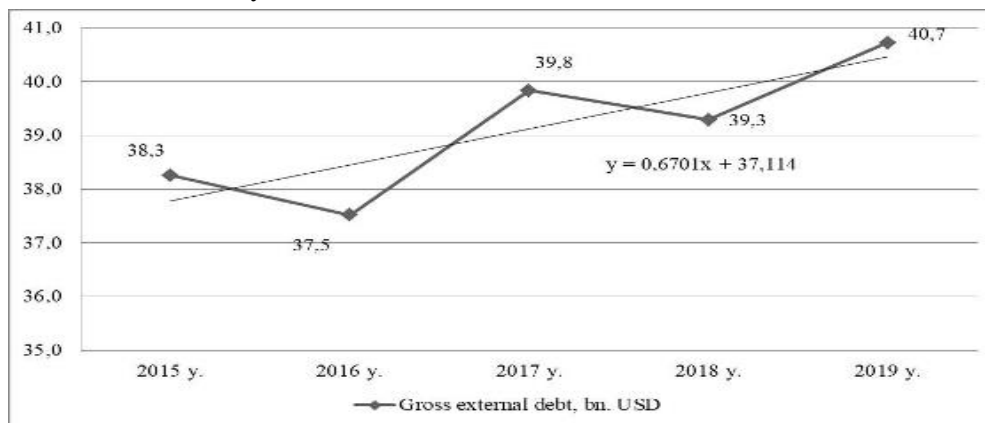


Fig. 1. Gross external debt in Belarus in 2015–2019, bn. USD

Source: prepared by the author based on: [11]

According to the methodology of the International Monetary Fund, a distinction is made between gross and public external debt. In the course of this approach, the obligations of the state are separated from the obligations of other economic entities. Whether this concept is appropriate for Belarus remains a matter of debate. Because of the high share of state ownership, the vast majority of the debts of business entities directly affect the financial situation of the country.

It should be noted that during the entire analyzed period, the gross foreign debt exceeded the mark of 60 % of the country's GDP, with the largest observation of 78.5 % in 2016. This dynamic shows a high level of state dependence on external sources of financing.

Inflationary development

High inflation is a negative phenomenon in the development of the economic system. Uncertainty about future prices complicates long-term planning for businesses, declines business activity, reduces production volumes and the number of workers.

However, the complete absence of inflation or deflation is also dangerous for the economy. When the prices of goods do not increase or decrease, consumers begin to postpone purchases, hoping to buy the product even cheaper over time. As a result, production receives less financial resources, which leads to its reduction [12].

Over the past decade, various types of inflation have been observed in Belarus. As an example, in 2011, the economy showed a galloping inflation rate of 109 %. The statistics of the following years show a downward trend. Since 2015, the rate of inflation in the Republic of Belarus has decreased by 7.34 percentage points and amounted to 4.63 %, which is almost in line with its normal level (Fig. 2).

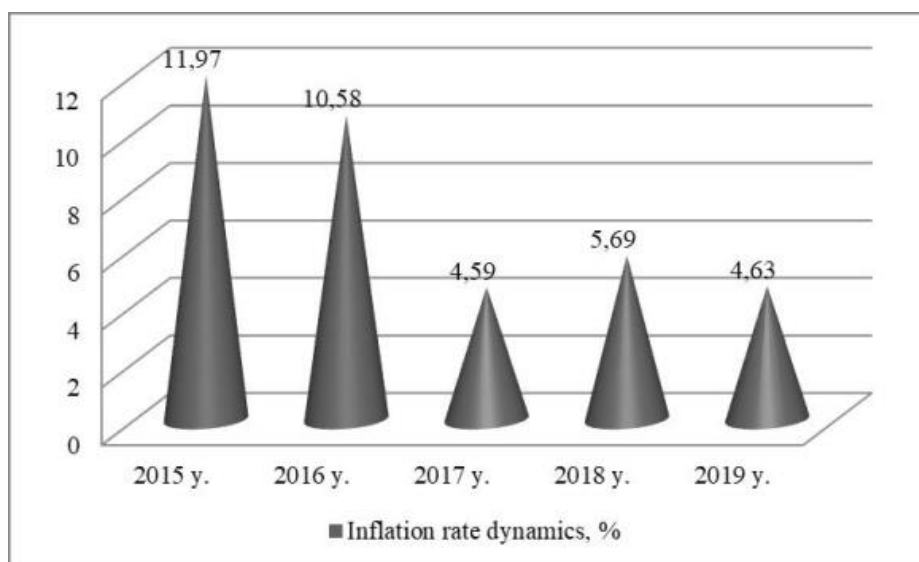


Fig. 2. Inflation rate dynamics in Belarus in 2015–2019, %

Source: prepared by the author based on: [13]

When assessing the investment climate, it is not the absence of inflation that should be considered positive, but price stability, implying a moderate rise in consumer prices. In recent years, the Belarusian market has been close to this kind of stability.

Refinancing rate dynamics

Refinancing interest rate of The National Bank is a macroeconomic indicator reflects the cost or availability of financial resources in a country. It is a certain benchmark for investors, showing the expectations of the central bank regarding inflation, the dynamics of the exchange rate of the national currency, trends in the credit and monetary market, as well as the general macroeconomic state of the economy.

In the history of sovereign Belarus, the maximum value of the refinancing rate was set in 1994 at 480 % per annum. In the last decade, this indicator reached its critical value during the 2011 crisis. Due to the galloping inflation, the National Bank made a decision to set the interest rate at 45 %. But in February 2012, the rate was reduced by 2 percentage points and then continued to fall.

In the period from 2015 to 2019, there is a clear, without hesitation, downward trend. During these five years, the National Bank has reduced the rate a total of sixteen times. From July 1, 2020, the refinancing rate in the Republic of Belarus is at the level of 7.75 % [22]. This is higher than the average European indicators, but the dynamics in recent years inspires certain optimism, which has a positive effect on the investment climate.

Stability of the national currency

To regulate the exchange rate, the National Bank uses a currency basket consisting of the dollar, the euro and the Russian ruble, where the latter has the largest specific weight. Thus, the main reference point is the value of the currency basket, and within it, the rates of these currencies are determined through their mutual cross-rates.

Throughout the history of the existence of the Belarusian ruble, we note its weakening relative to the currencies included in the currency basket. In the period from 2015 to 2020, its positions weakened by more than 50 % against the dollar and the euro and by 30 % against the Russian ruble. In a single 2020, the national currency fell in price against the basket (USD / EUR / RUB) by 16, 18 and 4 %, respectively (Table 2).

Table 2. Dynamics of changes in national currency rates in Belarus in 2015–2020

| Indicators | Years | | | | | | 2020/2015 [%] | 2020/2019 [%] |
|---------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------------------|------------------|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | | |
| Exchange rate shift BYN/USD | 1,59 | 1,99 | 1,93 | 2,04 | 2,09 | 2,43 | 152,8 | 116,3 |
| Exchange rate shift BYN/EUR | 1,76 | 2,2 | 2,18 | 2,41 | 2,34 | 2,77 | 157,4 | 118,4 |
| Exchange rate shift BYN/100 RUB | 2,6 | 2,97 | 3,31 | 3,25 | 3,23 | 3,37 | 129,6 | 104,3 |

Source: prepared by the author based on: [25].

*Adjusted for denomination

In order to fully assess what is happening with the Belarusian ruble, a longer period should be considered. We will do this using the example of the American dollar. At the end of 2005, the average dollar exchange rate was at the level of 2154 BYN/USD. Taking into account the denomination of 2016, at current prices, this will be about 0,22 BYN/USD. Calculations show that over 15 years, the national currency of the Republic of Belarus has fallen in price by more than 11 times.

At present, due to high devaluation expectations against the background of the deterioration of the foreign policy situation around Belarus related to sanctions and emerging financial problems, potential investors should closely monitor changes in exchange rates.

Tax treatment

The legislation of the Republic of Belarus provides for special tax regimes, with the help of which the owners of foreign capital can optimize the taxation and planning processes. Investors can take advantage of business benefits under the following conditions:

- ✓ conclusion of an investment agreement;
- ✓ carrying on business on the territory of medium-sized, small urban settlements, rural areas;
- ✓ be a resident of the Hi-Tech Park (HTP);
- ✓ be a resident of the Industrial Park;
- ✓ be a resident in one of free economic zones (FEZ) or special economic zone Bramino-Orsha [21].

Most of these options provide for a reduction in tax rates, deferrals on the payment of various charges, exemption from payment of import customs duties etc. The availability of such opportunities certainly has a positive effect on the country's investment climate.

The level of monopoly in the economy

The Republic of Belarus, like many other States, has state monopoly in those areas that provide to the institutions of power and control functions related to defense and security of the state. There are also a number of natural monopolies that have developed due to the lack of competition by virtue of technological features of production and the lack of substitute goods.

The Ministry of Antimonopoly Regulation and Trade (MART) was established and operates in order to control and prevent monopolies in the country. As part of its activities, MART, since 1994, has been forming the "State Register of Natural Monopolies" in order to track and control emerging monopolist companies. As of January 4, 2021, it had 182 enterprises, most of which were state-owned [19].

State-owned enterprises and enterprises with a share of state ownership, that is, controlled by the state, play a huge role in the Belarusian economy. In 2019, they accounted for about 65 % of all industrial and more than 76 % of agricultural production [10, 24].

The facts show that a kind of unique type of monopoly economy has developed in the Republic of Belarus, which significantly differs from the classical market options. Monopolism in the conditions of Belarus is similar to the planning and directive system, that is, in fact, a modification of departmental monopolism, the nature of which, inherently, is not related to the size of enterprises and their number. It follows to the exclusive right of the state to administer in the person of the relevant functional departments and line ministries [4].

The above evidence suggests that when planning their activities on the territory of the Republic of Belarus, a potential investor should take into account that almost any business activity will be associated with high competition from state-owned enterprises according to the rules established by the state.

Market capacity

The Republic of Belarus is a small economy. This suggests that with a population of 9.4 million people and an average per capita income of about 6,5 thou. USD the capacity of the domestic market is not significant [24].

However, when analyzing this indicator, it is necessary to take into account the fact that since 2015 the country is a member of the Eurasian Economic Union (EAEU). The EAEU provides for free movement of goods, services, capital and labor as well as uniform rules for technical regulation, general sanitary, veterinary and phytosanitary standards [6].

Thus, by launching a business on the territory of the Republic of Belarus, the investor gets direct access to the single market of the 5 countries of the Eurasian Economic Union (the Republic of Armenia, the Republic of Belarus, the Republic of Kazakhstan, the Kyrgyz Republic and the Russian Federation) with a population of more than 184 million people, the total GDP of 1967 billion. USD and huge raw materials potential [6].

The cost of skilled labor

One of the competitive advantages of the Republic of Belarus is the provision of highly qualified and at the same time inexpensive labor resources.

The country has achieved almost 100% literacy of citizens over the age of 10. According to the 2019 census, more than 24 % of citizens have higher education. If we narrow down the age group, excluding young people under 24, then the share of Belarusians with higher education will increase to 29.7 %, which is a very high indicator [27].

Since 2015, the minimum and nominal accrued average monthly salary of employees in terms of euros has increased by more than 22 and 13 %, respectively, and amounted to 467.1 and 141 EUR in equivalent at the end of 2019 (Fig. 3).

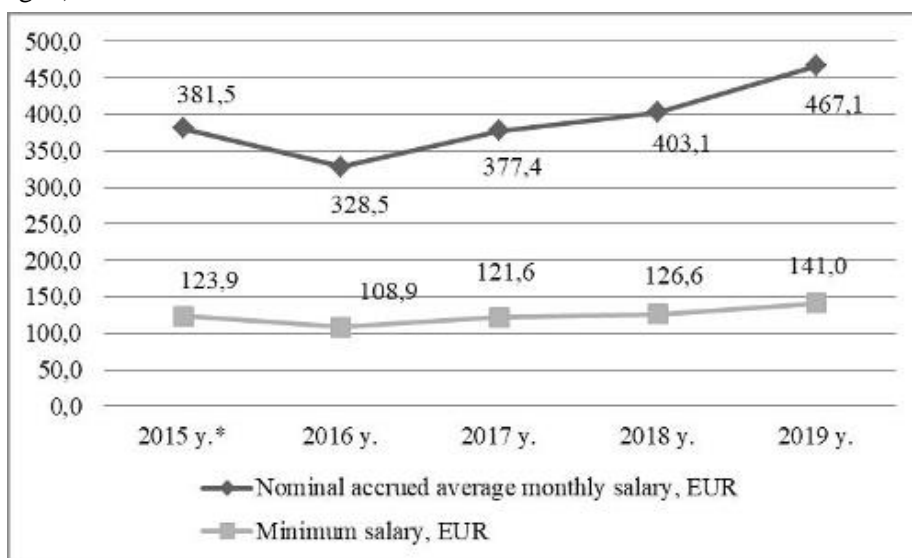


Fig. 3. Dynamics of changes in minimum and nominal accrued average monthly salary in Belarus
Source: prepared by the author based on: [24, 25]

Despite the tendency to rise in price, the cost of labor resources in Belarus remains low in comparison with other countries of Central and Eastern Europe. In Poland, for instance, in 2019, the minimum wage amounted to 2,250 PLN, it is about 522 EUR; in Latvia – 430 EUR; Lithuania – 555 EUR [17, 31].

As can be seen, when entering the Belarusian market, an investor gains access to qualified human capital at a reasonable price. Also, we should not forget that due to the absence of barriers, other than geographical ones, on the way of labor resources movement within the framework of the Eurasian Economic Union, the opportunities for recruiting business employees are significantly expanding.

The performed analysis allows us to divide financial and economic factors into two groups depending on the direction of their influence on the investment climate:

✓ Positive factors: GDP growth (including per capita); disinflation; reduction of the refinancing rate; preferential tax treatment; access to the EAEU market; low cost of labor resource.

✓ Negative factors: growing external debt; depreciation and frequent denominations of the national currency; monopoly of state power.

This classification shows the overall picture and allows to determine the direction of the impact of factors, but does not give an idea (information) about the strength of the impact of specific indicators or their significance for the owner of capital.

Conclusion

The research allowed us to establish that the investment climate of the Republic of Belarus is positively influenced by: growing GDP, declining inflation and refinancing rates; availability of special tax regimes; the country's membership in the EAEU, which gives access to the union market; the availability of inexpensive and high-quality labor. At the same time, when making a decision about capital contributions in the Belarusian economy, investors should keep in mind the high dependence of the republic on external financial sources, the instability of the national currency, as well as the existence of a specific form of state monopoly. These negative factors should become a guideline in the development of mechanisms for further increasing the investment attractiveness of the Republic of Belarus for foreign capital.

REFERENCES

1. Blank, I. A. Investment management of the enterprise / I. A. Blank. – Kiev: Elga: Nika-Center. – 2003. – 469 c.
2. Countries of the World by Population [Electronic resource] – Access mode: <https://www.nationsonline.org/oneworld/population-by-country.htm>. – Access date: 10.02.2021.
3. DataBank World Development Indicators [Electronic resource] The World Bank – Access mode: <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=NY.GDP.PCAP.CD>. – Access date: 10.02.2021.
4. Economic problems of entrepreneurship and ways to solve them [Electronic resource] Information portal Financefacts. – Access mode: <http://www.financefacts.ru/ifins-353-2.html>. – Access date: 15.02.2021
6. Eurasian Economic Union [Electronic resource] Official website of EEU. – Access mode: <http://www.eaeunion.org/#about>. – Access date: 16.02.2021.
7. Financial and credit encyclopedia / under the general editorship of A. G. Gryaznova. M.: Finance and Statistics, 2002. – p. 359.
8. Foreign trade of the Republic of Belarus: stat. digest / Nats. stat. com. Rep. Belarus. - Minsk: RUE "Information and Computing Center of the National Academy of Sciences. stat. com. Rep. Belarus", 2020 – 201 p.
9. General information about foreign trade: directions, tasks, results for the current period [Electronic resource] Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Belarus. – Access mode: https://mfa.gov.by/export/foreign_trade/. – Access date: 10.02.2021
10. Glitter and poverty of the Belarusian economy [Electronic resource] RBC. – Access mode: <https://www.rbc.ru/newspaper/2020/09/01/5f4a734a9a79477fa015e387>. – Access date: 15.02.2021.
11. Gross external debt of the Republic of Belarus [Electronic resource] The National Bank of the Republic of Belarus. – Access mode: <https://www.nbrb.by/statistics/externaldebt>. – Access date: 11.02.2021
12. Inflation [Electronic resource] Unified portal of financial literacy. – Access mode: <http://fingramota.by/ru/guide/money/inflation>. – Access date: 11.02.2021.
13. Inflation in Belarus [Electronic resource] – Access mode: https://fin-plus.ru/info/inflation_index/belarus/. – Access date: 11.02.2021.
14. Investment climate and governance [Electronic resource] Official site of The European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) – Access mode: <https://www.ebrd.com/what-we-do/sectors-and-topics/investment-climate-governance.html>. – Access date: 04.02.2021.
15. Investment climate: Oxford Reference Search Results [Electronic resource] – Access mode: <https://www.oxfordreference.com/search?q=Investment+Climate&searchBtn=Search&isQuickSearch=true>. – Access date: 04.02.2021.
16. Kosobutskaya, Y. Investment attractiveness of the region: evaluation methods / A. Yu. Kosobutskaya, A. V. Ravuanginirina // Bulletin of the Voronezh State University. Series: Economics and Management. – 2019. – № 1. p. 32–37.
17. Latvia National Minimum Wage – NMW [Electronic resource] Countryeconomy. – Access mode: <https://countryeconomy.com/national-minimum-wage/latvia>. – Access date: 16.02.2021.
18. Moody's Rating Symbols & Definitions [Electronic resource] Moody's. – Access mode: <https://www.moody.com/sites/products/ProductAttachments/2007100000528403.pdf>. – Access date: 08.02.2021.
19. National registry of Subjects of Natural Monopolies [Electronic resource] Ministry of antimonopoly regulation and trade of the Republic of Belarus. – Access mode: https://mart.gov.by/sites/mart/home/activities/antimonopoly_reg/gosreestr/estv.html. – Access date: 15.02.2021
20. Ogorodnikov, P. I. Comparative analysis of methods for assessing the investment attractiveness of individual economic systems / P. I. Ogorodnikov [Electronic resource] – Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-metodik-otsenki-investitsionnoy-privlekatelnosti-otdelnyh-ekonomicheskikh-sistem/viewer>. – Access date: 07.02.2021.
21. Preferential investment regimes [Electronic resource] Ministry of economy of the Republic of Belarus – Access mode: <http://www.economy.gov.by/ru/igoty-preferencii-ru/>. – Access date: 12.02.2021
22. Refinancing Rate [Electronic resource] The National Bank of the Republic of Belarus – Access mode: <https://www.nbrb.by/eng/statistics/monetarypolicyinstruments/refinancingrate?m=stat>. – Access date: 11.02.2021
23. Savelenko, V. Methodological approaches to assessing the investment attractiveness of regions / V. Savelenko – [Electronic resource] Scientific and practical journal "Service Sector: Innovations and Quality" – Access mode: http://journal.kfrgteu.ru/files/1/2013_13_12.pdf. – Access date: 07.02.2021.
24. Statistical Yearbook of the Republic of Belarus: stat. digest / Nats. stat. com. Rep. Belarus. – Minsk: RUE "Information and Computing Center of the National Academy of Sciences. stat. com. Rep. Belarus", 2020 – 436 p.

25. The average official exchange rate of the Belarusian ruble in relation to foreign currencies [Electronic resource] The National Bank of the Republic of Belarus. – Access mode: <https://www.nbrb.by/statistics/rates/avgrate>. – Access date: 10.02.2021.
27. The first results of the 2019 census [Electronic resource] Economic newspaper. – Access mode: <https://neg.by/novosti/otkrytj/pervye-itogi-perepisi-2019-goda>. Access date: 16.02.2021.
28. The Free Dictionary: Investment climate [Electronic resource] – Access mode: <https://www.thefreedictionary.com/investment+climate>. – Access date: 04.02.2021
29. The history of the denominations of the national currency of the Republic of Belarus [Electronic resource] The National Bank of the Republic of Belarus. – Access mode: <https://www.nbrb.by/CoinsBanknotes/denomination/history>. – Access date: 12.02.2021
30. The investment climate, growth, and poverty [Electronic resource] The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank – Access mode: https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/5987/9780821356821_ch01.pdf?sequence=43&isAllowed=y. – Access date: 05.02.2021
31. The minimum wage in Poland (2019-2020) [Electronic resource] inPLGROUP. – Access mode: <https://inpl.eu/en/minimum-salary-in-poland-2019-2020>. – Access date: 16.02.2021.
32. What Is GDP and Why Is It So Important to Economists and Investors? [Electronic resource] Investopedia. – Access mode: <https://www.investopedia.com/ask/answers/what-is-gdp-why-its-important-to-economists-investors/>. – Access date: 19.02.2021.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СУЩНОСТИ И КЛАССИФИКАЦИИ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ

Е. А. ГУДКОВА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: alenagudkova@mail.ru

(Поступила в редакцию 17.03.2021)

В условиях рыночных отношений организация не может существовать без привлечения заемных средств, поэтому обязательства имеются у всех хозяйствующих субъектов. Следовательно, проблемы формирования достоверной информации об обязательствах в бухгалтерском учете и финансовой отчетности являются актуальными в настоящее время. Точное определение сущности обязательств, правильное установление критериев их признания и подходов к классификации являются необходимыми условиями для формирования величины обязательств в учете и отчетности, отражения информации о них на счетах бухгалтерского учета, а также для анализа финансового состояния организации.

В статье проведено исследование нормативно-правовых актов Республики Беларусь, МСФО и трудов ученых-экономистов относительно трактовки «обязательство», проанализированы проблемы его признания. Приводится многообразие существующих в научной литературе подходов к классификации обязательств, которые требуют систематизации и структуризации. На основе критического анализа регламентаций Национальных стандартов бухгалтерского учета и отчетности Республики Беларусь и международных стандартов, а также различных точек зрения ученых-экономистов, предлагается собственное определение понятия «обязательство», определены характерные условия его признания и приводится научно обоснованная структурированная система классификационных признаков обязательств.

Внесенные предложения по совершенствованию регламентаций, касающихся обязательств, обеспечат более высокий уровень достоверности и качества информации о них в отчетности, а также усилят степень сближения регламентаций по учету обязательств в Национальных стандартах бухгалтерского учета и отчетности Республики Беларусь (НСБУ) с требованиями Международных стандартов финансовой отчетности (МСФО).

Ключевые слова: *обязательство, признание, классификация, международные стандарты финансовой отчетности, сравнение.*

In the conditions of market relations, an organization cannot exist without attracting borrowed funds, therefore, all economic entities have liabilities. Consequently, the problems of forming reliable information about liabilities in accounting and financial reporting are relevant at the present time. An accurate definition of the essence of liabilities, the correct establishment of the criteria for their recognition and approaches to classification are necessary conditions for the formation of the amount of liabilities in accounting and reporting, the reflection of information about them in the accounting accounts, as well as for the analysis of the financial condition of an organization.

The article examines the normative legal acts of the Republic of Belarus, IFRS and the works of scientists-economists regarding the interpretation of «liabilities», analyzes the problems of their recognition. We have presented a variety of approaches to the classification of liabilities, which exist in scientific literature and require systematization and structuring. Based on a critical analysis of the regulations of the National Accounting and Reporting Standards of the Republic of Belarus and international standards, as well as various points of view of academic economists, we propose our own definition of the concept of «liabilities», define the characteristic conditions for their recognition and provide a scientifically grounded structured system of classification signs of liabilities.

The proposals made to improve the regulations regarding liabilities will ensure a higher level of reliability and quality of information about them in the reporting, as well as increase the degree of convergence of regulations for the accounting of liabilities in the National Accounting and Reporting Standards of the Republic of Belarus (NAS) with the requirements of International Financial Reporting Standards (IFRS).

Key words: *liabilities, recognition, classification, international financial reporting standards, comparison.*

Введение

В настоящее время в области бухгалтерского учета происходят значительные изменения, связанные с его реформированием согласно требованиям рыночной экономики и международных стандартов финансовой отчетности. Как известно, методология бухгалтерского учета обязательств в значительной степени зависит от содержания лежащих в ее основе экономических категорий.

В условиях реформирования белорусской системы бухгалтерского учета и отчетности в соответствии с МСФО особую значимость приобретают вопросы адаптации требований МСФО к отдельным объектам бухгалтерского учета, в число которых входят обязательства. В настоящее время появляется множество проблем, связанных с идентификацией, классификацией и признанием обязательств организации в соответствии с требованиями МСФО.

Итоги исследований отечественной системы бухгалтерского учета и научной литературы свидетельствуют об отсутствии исчерпывающих регламентаций по данным вопросам. В нормативно-правовой системе правила оценки и отражения в учете и в отчетности регламентированы не для всех видов обязательств. Во многих ситуациях возникают неурегулированные вопросы, связанные с определением и классификацией обязательств как объекта учета. Исследования также выявили отличия

современных правил учета обязательств в Республики Беларусь от требований Международных стандартов финансовой отчетности (далее – МСФО). В связи с этим совершенствование регламентаций, касающихся обязательств, является одним из наиболее актуальных направлений дальнейшего реформирования белорусского бухгалтерского учета.

Целью проводимого исследования является изучение экономической сущности и классификации обязательств, а также разработка авторского определения понятия «обязательство» и научно обоснованной их классификации в зависимости от различных признаков.

Основная часть

Процесс реформирования бухгалтерского учета обязательств должен представлять собой комплексный и системный подход, охватывающий все аспекты бухгалтерского учета обязательств, начиная с развития его теоретических основ.

Исследование нормативно-правовых актов Республики Беларусь, МСФО и трудов ученых-экономистов выявило расхождения во мнении относительно понятийного аппарата категории «обязательство», которые представлены в таблице.

Исследование категории «обязательство» в нормативных актах и специальной экономической литературе

| Определение понятия «обязательство» | Наименование нормативного акта или автора |
|--|---|
| В силу обязательства одно лицо (должник) обязано совершить в пользу другого лица (кредитора) определенное действие, как-то: передать имущество, выполнить работу, уплатить деньги и т.п., либо воздержаться от определенного действия, а кредитор имеет право требовать от должника исполнения его обязанности. | Статья 288 Гражданского Кодекса Республики Беларусь [1] |
| Обязательства – это задолженность организации, возникшая в результате совершенных хозяйственных операций, погашение которой приведет к уменьшению активов или увеличению собственного капитала организации. | Закон Республики Беларусь «О бухгалтерском учете и отчетности» [2] |
| Обязательство – это существующая в настоящее время обязанность организации передать экономический ресурс, возникшая в результате прошлых событий. Для того чтобы обязательство существовало, необходимо соблюдение всех трех критериев: у организации имеется обязанность; данная обязанность заключается в передаче экономического ресурса; данная обязанность существует в настоящее время в результате прошлых событий. | Основополагающий документ МСФО «Концептуальные основы представления финансовых отчетов» [3] |
| Кредиторская задолженность, находящаяся в разделе «Краткосрочные обязательства» и «Долгосрочные обязательства» пассива баланса. | Кондраков Н. П. [4] |
| Это дебиторская и кредиторская задолженность, представляющая собой кредит отношений между различными лицами. | Соколов Я. В. [5] |
| Обязательства организации представляют собой часть стоимости ее имущества, приобретенного в счет обязательства вернуть поставщику, банку или другому кредитору деньги или ценности, эквивалентные стоимости такого имущества. | Ларионова А. Д., Нечитайло А. И. [6]. |
| В обязательствах воплощена конкретная задолженность, требующая погашения, либо обязанность действовать (выполнять что-либо) определенным образом, например, устранять неисправности в проданной продукции или выполнить предварительно оплаченную работу. | Палий В. П. [7] |
| Под обязательством понимается задолженность организации перед другими юридическими и физическими лицами, погашение которой неизбежно приведет к уменьшению ресурсов, содержащих экономические выгоды» | Дружиловская Т. Ю., Игонина Т. В. [8] |

Как видно из табл. 1, часть авторов, а также МСФО, под обязательством понимает задолженность именно той организации, которая ведет бухгалтерский учет и составляет бухгалтерскую (финансовую) отчетность. Одновременно имеются научные публикации, в которых термин «обязательство» применяется и для обозначения задолженности других юридических и физических лиц, т.е. в отношении дебиторской задолженности, в частности так считает Я. В. Соколов [5]. С его точки зрения, на это есть все юридические основания, поскольку природа обязательств состоит из требования (дебиторской задолженности) и обязанности (кредиторской задолженности).

Выбор варианта трактовки определения «обязательства» важен, поскольку формируемая в бухгалтерском учете информация является базой для составления достоверной бухгалтерской отчетности. С этой целью предлагаем следующее определение данного понятия: *обязательство – это задолженность организации перед другими юридическими и физическими лицами, возникшая из событий прошлых периодов, имеющая определенные сроки исполнения, погашение которой приведет к оттоку ее ресурсов, содержащих экономическую выгоду.*

Следовательно, по нашему мнению, обязательство определяется следующими характерными признаками:

- основывается на общей трактовке обязательства как задолженности, погашение которой приведет к оттоку ресурсов, содержащих экономическую выгоду;

- указывает на задолженность перед другими юридическими и физическими лицами именно той организации, в которой ведется учет;
- должно иметь место на определенную дату и являться следствием прошлых событий;
- должно быть выполнено с неизбежностью в связи с необходимостью погашения обязательства;
- срок выполнения обязательства должен быть установлен, хотя точная дата может быть неизвестна;
- оценка может быть достоверно определена.

Обозначив экономическую сущность обязательств с целью правильной организации их учета, контроля и управления, необходимо также рассмотреть классификацию обязательств в зависимости от различных признаков. При этом классификация обязательств в бухгалтерском учете – это процедура, направленная на подразделение их на группы, обладающие определенными признаками. Проблемы построения классификационных моделей поднимались в работах многих ученых, но любая из предлагаемых классификаций характеризуется определенной степенью условности и подчиненностью конкретной систематизации данных.

Так, А. Смольский [9] обязательства рекомендует классифицировать по следующим основаниям:

1. По субъективному признаку, в зависимости от того, перед кем образовалась задолженность у организации, обязательства можно подразделить на три вида:

- перед собственниками по первоначальным вкладам в уставный (складочный) капитал, а также образующимся в процессе хозяйственной деятельности (резервный или добавочный капитал, нераспределенная прибыль);

- перед персоналом организации по заработной плате;

- перед третьими лицами (контрагентами, государственными органами, банками и т. д.).

2. По принадлежности обязательств, т.е. в зависимости от того, кому именно они принадлежат:

- на собственный капитал (уставный, резервный, добавочный), который не погашается организацией в процессе осуществления своей деятельности;

- на заемный (задолженность по зарплате или перед банками), который погашается в определенные сроки.

3. По срочности:

- краткосрочные (со сроком исполнения не более 12 месяцев);

- долгосрочные (со сроком исполнения более 12 месяцев).

4. По определенности размера:

- обязательства, по которым размеры платежей заранее известны (платежи по кредитным договорам, оплата по договорам с поставщиками и подрядчиками);

- оценочные обязательства, по которым размеры платежей заранее неизвестны и зависят от определенных условий (по гарантийному обслуживанию, по неоконченным судебным разбирательствам и т.д.).

Т. Ю. Дружиловская и Т. В. Игонина [8] предложили классификацию видов обязательств в разрезе следующих признаков:

1. Наличие регламентаций в нормативных документах по бухгалтерскому учету:

- регламентированные бухгалтерскими стандартами (налоговые, оценочные, условные обязательства и по кредитам и займам);

- нерегламентированные бухгалтерскими стандартами (обязательства по оплате труда, финансовые, по аренде, торговая кредиторская задолженность).

2. Основа возникновения:

- основанные на законодательстве (налоговые обязательства, по социальному страхованию и т. д.);

- основанные на договоре (обязательства, основанные на договорах займа, купли-продажи, трудовых договорах и т. д.);

- основанные на деловой практике (гарантийные обязательства и т. д.).

3. Соотношение периода признания и погашения:

- долгосрочные обязательства, погашение которых ожидается более чем через 12 месяцев после отчетной даты;

- краткосрочные обязательства, погашение которых ожидается в течение 12 месяцев после отчетной даты;

- с неопределенным сроком погашения (оценочные и условные обязательства).

4. В зависимости от точности оценки:

- имеющие точную оценку (обязательства: по налогам и сборам, перед внебюджетными фондами, по договорам купли-продажи, подряда, аренды, трудовым договорам и т. д.);
- оцениваемые на основе актуарных расчетов (обязательства по пенсионным планам, которые существуют в зарубежной практике учета);
- обязательства, неопределенные по величине (оценочные и условные обязательства).

5. В зависимости от требований к последующей оценке:

- отражаемые в неизменной оценке (обязательства по договорам купли-продажи, подряда, аренды, трудовым договорам и т. д., оцениваемые по фактической стоимости);
- переоцениваемые в связи с применяемым видом оценки (оценочные обязательства, оцениваемые по дисконтированной стоимости);
- выраженные в иностранной валюте (обязательства, выраженные в иностранной валюте).

6. В зависимости от обязательности отражения в отчете о финансовом положении:

- отражаемые в качестве обязательства в отчете о финансовом положении (обязательства, имеющие надежную оценку и высокую вероятность уменьшения ресурсов, содержащих экономическую выгоду);
- не отражаемые в качестве обязательства в отчете о финансовом положении, но раскрываемые в отношении их характера в других отчетных формах (условные обязательства).

7. В зависимости от обязательности обособления от других видов обязательства:

- отражаемые обособленно в обязательном порядке (обязательства: по кредитам и займам, оценочные, отложенные налоговые);
- отражаемые обособленно в зависимости от определенной организацией степени детализации (согласно российскому законодательству к ним относятся кредиторская задолженность перед поставщиками и подрядчиками, по налогам и сборам, по оплате труда и т. д.).

Вместе с тем И. И. Сапего [10] и О. Солдаткина [11] дополнительно выделили следующие классификационные признаки обязательств:

1. По валюте платежа:

- задолженность, выраженная в рублях;
- задолженность, выраженная в иностранной валюте.

2. По степени обеспечения:

- обеспеченные залогом, поручительством, гарантией;
- не обеспеченные залогом, поручительством, гарантией.

3. По времени возврата:

- нормальная (в пределах установленного срока);
- просроченная (неоправданная, которая возникает в результате нарушения расчетной и финансовой дисциплины и иных причин).

4. По продолжительности влияния на финансовое положение организации выделяются:

- устойчивые обязательства (постоянно перетекающие из баланса в баланс суммы);
- колеблющиеся обязательства (т. е. суммы превышения постоянно присутствующего минимума).

Приведенные учеными-экономистами классификации обязательств указывают на их многообразие. Однако, по нашему мнению, необходимо добавить систематизацию данных объектов учета по их экономическому содержанию согласно отражению обязательств в бухгалтерском балансе: обязательства по кредитам и займам, кредиторская задолженность, отложенные налоговые обязательства, доходы будущих периодов, резервы предстоящих платежей и прочие обязательства.

Таким образом, на основании проведенного анализа научной литературы и существующей нормативно-правовой базы предлагаем **классифицировать обязательства по следующим наиболее значимым направлениям:**

1. По составу субъектов обязательства:

- перед юридическими лицами (индивидуальными предпринимателями);
- перед физическими лицами (работниками предприятия);
- перед налоговыми органами;
- перед бюджетными фондами;
- перед кредитными организациями;
- перед учредителями;
- перед дочерними обществами.

2. По продолжительности периода погашения:

- краткосрочные (со сроком исполнения не более 12 месяцев);

– долгосрочные (со сроком исполнения более 12 месяцев).

3. По определенности размера:

– обязательства, по которым размеры платежей заранее известны (взносы по кредитным договорам банков, оплата по договорам с поставщиками и подрядчиками);

– оценочные обязательства, по которым размеры платежей заранее неизвестны и зависят от определенных условий (по неоконченным судебным разбирательствам, по гарантийному обслуживанию, по мероприятиям, связанным с реструктуризацией предприятия).

4. По валюте платежа:

– задолженность, выраженная в белорусских рублях;

– задолженность, выраженная в иностранной валюте.

5. По источникам возникновения:

– договор (обязательства, возникшие на договорах купли-продажи, трудовых договорах и т. д.);

– закон (обязательства, возникшие в силу действия закона: задолженность по налогам и сборам, по социальному страхованию и обеспечению);

– деликт (причинение вреда).

6. По степени обеспечения:

– обеспеченные залогом, поручительством, гарантией;

– не обеспеченные залогом, поручительством, гарантией.

7. По времени возврата:

– в пределах установленного срока (обязательства, вытекающие из установленных правил расчетов, срок которых еще не наступил);

– просроченная (с истекшим сроком исковой давности).

6. В зависимости от обязательности отражения в бухгалтерском балансе:

– отражаемые в качестве обязательства в бухгалтерском балансе;

– не отражаемые в качестве обязательства в бухгалтерском балансе (условные обязательства).

7. По экономическому содержанию обязательств согласно их отражения в бухгалтерском балансе:

– обязательства по кредитам и займам;

– обязательства по лизинговым платежам;

– кредиторская задолженность;

– отложенные налоговые обязательства;

– обязательства, предназначенные для реализации;

– доходы будущих периодов;

– резервы предстоящих платежей;

– прочие обязательства.

Рекомендуемая научно обоснованная структурированная система классификационных признаков позволит выделить те виды обязательств, по которым отличаются подходы к их признанию, оценке и отражению в учете и отчетности, а также организовать синтетический и аналитический учет обязательств исходя из запросов управления.

Заключение

Подытоживая исследование теоретических аспектов бухгалтерского учета обязательств, в частности их идентификации, условий признания и классификации, можно сделать вывод, что в системе Национальных стандартов бухгалтерского учета и отчетности Республики Беларусь до сих пор существуют отдельные нерешенные вопросы, которые требуют дальнейшего уточнения и разработки. Продолжение работы в данном направлении необходимо для усиления степени сближения регламентаций по учету обязательств белорусских НСБУ с МСФО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гражданский кодекс Республики Беларусь от 7 декабря 1998 г., № 218-3: [Электронный ресурс]: принят Палатой представителей 28 октября 1998 г.: одобр. Советом Респ. 19 ноября 1998 г.: в ред. Закона Респ. Беларусь от 29.06.2020 г. № 33-3 // Бизнес-инфо: аналит. правовая система / ООО «Профессиональные правовые системы». – Минск, 2021.

2. О бухгалтерском учете и отчетности [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 12 июля 2013 г., № 57-3: в ред. Закона Респ. Беларусь от 17.07.2017 г. № 52-3 // Бизнес-инфо: аналит. правовая система / ООО «Профессиональные правовые системы». – Минск, 2021.

3. Концептуальные основы представления финансовых отчетов [Электронный ресурс] – URL: http://www.minfin.gov.by/upload/accounting/acts/34753_GVT_Conceptual_Framework_March_2018_Final.pdf – Дата доступа: 20.02.2021.

4. Кондраков, Н. П. Бухгалтерский учет (финансовый и управленческий): учеб. / Н. П. Кондраков. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 584 с.

5. Соколов, Я. В. Обязательства – что это? / Я. В. Соколов // [Электронный ресурс]. – URL: <https://buh.ru/articles/documents/13743> – Дата доступа: 20.02.2021.
6. Ларионов, А. Д. Бухгалтерский учет / А. Д. Ларионов, А. И. Нечитайло. – М.: Проспект, 2011. – 368 с.
7. Палий, В. Ф. Современный бухгалтерский учет / В. Ф. Палий. – М.: Бухгалтерский учет, 2007. – 280 с.
8. Дружиловская, Т. Ю. Бухгалтерский учет обязательств организаций в системах российских и международных стандартов: теоретический аспект. / Т. Ю. Дружиловская, Т. В. Игонина // Международный бухгалтерский учет. – 2012. – № 45(243). – С. 2–13.
9. Смольский, А. Управление обязательствами и их реструктуризация. Классификация обязательств и особенности управления ими [Электронный ресурс] // Бизнес-инфо: аналит. правовая система / ООО «Профессиональные правовые системы». – Минск, 2021.
10. Сапего, И. И. Обязательства: сущность, классификация, способы исполнения, учет / И. И. Сапего // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D. Экономические и юридические науки. – 2008. – № 4. – С. 55–62.
11. Солдаткина, О. Вопросы классификации обязательств в условиях конвергенции российских и международных стандартов учета и отчетности / О. Солдаткина // Вестник ХГАЭП. – 2008. – № 2 (35). – С. 37–42.

СУЩНОСТЬ И РАЗЛИЧИЯ В ПОНЯТИЯХ: ОСНОВНЫЕ СРЕДСТВА, ОСНОВНЫЕ ФОНДЫ, ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ

Т. А. КУРУЛЕНКО

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: tatsyana_alex@mail.ru

(Поступила в редакцию 23.03.2021)

Достоверность информации о финансовом состоянии организации в целом во многом определяет достоверность данных бухгалтерского учета об основных средствах. Развитие методологии бухгалтерского учета основных средств является одной из наиболее широко рассматриваемых проблем в современной научной литературе. Этот аспект находится в центре внимания профессионального сообщества, представители которого на профессиональных площадках и страницах периодической печати активно обсуждают применение современного методического инструментария при организации учета основных средств. Подобный интерес связан не только с многообразием видов основных средств, их классификационными различиями, уникальностью производственных процессов, в которых эти активы используются. Одной из причин постоянного обсуждения вопросов учета основных средств является отсутствие исчерпывающих правил признания и отражения этих активов в учете.

Сближение национального законодательства в сфере бухгалтерского учета с международными стандартами финансовой отчетности предоставило право выбора способов, методов в организации учета основных средств и возможность формирования учетной политики в части основных средств каждой организацией. Отличительной особенностью порядка учета основных средств, с учетом международных стандартов, стал «уход» от ценового порога в 30 базовых величин, по которому раньше шло разграничение на основные средства и материалы. При этом на практике возникали ситуации, когда актив стоил меньше 30 базовых величин, но по экономической сути являлся основным средством или наоборот. Поэтому первым вопросом является понятие экономической сущности, идентификация и признание объекта в качестве основного средства.

Ключевые слова: основные средства, основные фонды, основной капитал, бухгалтерский учет.

The reliability of information about the financial condition of an organization as a whole largely determines the reliability of accounting data on fixed assets. The development of methodology of accounting of fixed assets is one of the most widely considered problems in modern scientific literature. This aspect is in the center of attention of the professional community, whose representatives on professional platforms and pages of periodicals are actively discussing the use of modern methodological tools in organizing fixed assets accounting. Such interest is associated not only with the variety of types of fixed assets, their classification differences, the uniqueness of the production processes in which these assets are used. One of the reasons for constant discussion of fixed assets accounting issues is a lack of comprehensive rules for the recognition and reflection of these assets in accounting.

The convergence of national legislation in the field of accounting with international financial reporting standards provided the right to choose methods and methods in organizing fixed assets accounting and the ability to form an accounting policy for fixed assets by each organization. A distinctive feature of the accounting procedure for fixed assets, taking into account international standards, has become a 'departure' from the price threshold of 30 base units, according to which previously there was a differentiation into fixed assets and materials. At the same time, in practice, situations arose when the asset was worth less than 30 base units, but in economic essence it was the main asset, or vice versa. Therefore, the first question is the concept of economic essence, identification and recognition of the object as the fixed assets.

Key words: fixed assets, fixed funds, fixed capital, accounting.

Введение

Основные средства – обязательная и незаменимая составляющая ресурсного потенциала субъекта хозяйствования любой отрасли. От эффективного использования основных средств зависит в конечном итоге финансовое и имущественное состояние каждой организации. Поэтому бухгалтерский учет должен обеспечивать всех заинтересованных пользователей полной, достоверной, оперативной информацией о наличии и состоянии этих активов. В результате анализа обеспеченности и использования основных средств должны быть выявлены резервы повышения эффективности их использования, а внутренний и внешний контроль должен выявлять и предупреждать нарушения в учете этих активов. Однако исследование проблем учета, анализа и контроля любого учетного объекта, формирующего тот или иной показатель бухгалтерской отчетности, не может носить комплексного характера, если не будут затронуты вопросы экономической сущности и содержания этого объекта.

В статье представлены различные подходы к трактовке таких экономических категорий как «основные средства», «основные фонды», «основной капитал» и на основе их критического анализа сформирована и обоснована авторская позиция, научная новизна которой заключается в комплексном учете признаков, особенностей и характеристик активов при признании их в качестве основных средств. Также уточнена собственная позиция в отношении ложного тождества между категориями «основные средства», «основные фонды», «основной капитал», что позволило нам в ходе анализа

существующих научных подходов разрешить проблему, связанную с отличным определением этих понятий и указанием сущностных различий.

Основная часть

Основные средства являются одним из важнейших факторов любого производства. В составе активов каждой коммерческой организации, независимо от ее размера, отрасли и сферы деятельности имеются основные средства. Основные средства являются «классическим» объектом бухгалтерского учета, анализа, контроля. Однако вопросы их сущностного понимания, терминологического определения неоднозначны. Это обусловлено несколькими причинами: различными подходами к трактовке этого понятия в экономической теории и учетно-экономических науках, гармонизацией национального бухгалтерского учета с международными стандартами финансовой отчетности. Эти причины вызывают необходимость конкретизации и переосмысления сущности таких понятий как «основные средства», «основные фонды», «основной капитал». Детальное и критическое исследование этих понятий позволяет выявить дальнейшие направления развития их бухгалтерского учета, анализа и контроля.

Подходы к определению понятия «основные средства» в бухгалтерском учете и с точки зрения экономики имеют различия. Рассмотрим понятие «основные средства» с позиций бухгалтерского учета. Определение данного понятия дано в Инструкции по бухгалтерскому учету основных средств, утвержденной постановлением Министерства финансов Республики Беларусь от 30 апреля 2012 г. № 26. Согласно инструкции № 26 организацией в качестве основных средств принимаются активы, имеющие материально-вещественную форму, при одновременном выполнении следующих условий признания:

- а) активы предназначены для использования в деятельности организации, в том числе в производстве продукции, при выполнении работ, оказании услуг, для управленческих нужд организации, а также для предоставления во временное пользование (временное владение и пользование), за исключением случаев, установленных законодательством;
- б) организацией предполагается получение экономических выгод от использования активов;
- в) активы предназначены для использования в течение периода продолжительностью более 12 месяцев;
- г) организацией не предполагается отчуждение активов в течение 12 месяцев с даты приобретения;
- д) первоначальная стоимость активов может быть достоверно определена [1].

Критерии признания активов в качестве основных средств приводятся и в международных стандартах финансовой отчетности (МСФО). Согласно МСФО (IAS) 16 «Основные средства» к основным средствам относят материальные активы, которые:

- а) предназначены для использования в процессе производства или поставки товаров и предоставления услуг, при сдаче в аренду или в административных целях;
- б) предполагаются к использованию в течение более чем одного отчетного периода.

Кроме того, себестоимость объекта основных средств подлежит признанию в качестве актива только в случае, если существует вероятность того, что предприятие получит связанные с данным объектом будущие экономические выгоды и себестоимость данного объекта может быть надежно оценена [2].

Как видно из приведенных выше определений, трактовка понятия «основные средства» в национальном учете максимально приближена к определению этого понятия по международным стандартам финансовой отчетности (МСФО). Между тем в международных стандартах бухгалтерского учета отсутствует стоимостной критерий для принятия к учету основных средств, актив принимается к учету в состав основных средств исходя только из его экономических характеристик. Однако в белорусской учетной практике прошлых лет существовало еще одно условие признания актива основным средством – стоимость. Это было 30 базовых величин. В настоящее время организациям предоставлено право вводить этот дополнительный критерий при признании объекта основным средством, причем стоимостной порог каждая организация устанавливает по своему усмотрению (например, 30 базовых величин, как было ранее, или другую сумму). По нашему мнению, уход от законодательно закрепленного стоимостного критерия при отнесении объекта к основным средствам позволяет отнести объект к данному виду активов, если по всем экономическим характеристикам он соответствует основным средствам. С другой стороны, установление каждой организацией стоимостного критерия может привести к разногласию в учете основных средств в различных организациях, так

как один и тот же актив может быть учтен одной организацией в составе основных средств, а другой организацией в составе запасов.

Кроме того, нами отмечено, что и в национальном учете (инструкция по бухгалтерскому учету основных средств от 30 апреля 2012 г. №26), и в международных стандартах учета (МСФО (IAS) 16 «Основные средства») раскрыта не столько сущность понятия «основные средства», сколько приведены критерии признания активов в качестве основных средств. Мы согласны с позицией А. С. Бадяй, который проанализировал критерии признания основных средств в национальном учете и МСФО и сформулировал определение этого понятия. В частности, А. С. Бадяй отмечает, что основные средства – это материальные активы организации, используемые в качестве средств труда в процессе производства продукции, при выполнении работ, оказании услуг, при сдаче в аренду другим лицам или в административных целях в течение более чем одного года, участвующие в кругообороте и обороте средств через амортизационные отчисления, приносящие экономические выгоды от их использования, последующая продажа которых не предполагается [3, с. 19].

Если рассматривать понятие «основные средства» с точки зрения экономики, то здесь оно более широкое, чем в бухгалтерском учете. Основные средства – это объекты, которые длительное время участвуют в процессе производства, постепенно изнашиваются и переносят свою стоимость на изготавливаемую продукцию.

В экономической теории чаще используются термины «средства труда», «основные фонды», «основной капитал». Кроме того, категории «основные средства», «основные фонды», «основной капитал» иногда отождествляются. Средства труда – объекты, с помощью которых изготавливают готовую продукцию, они длительное время участвуют в процессе производства и постепенно переносят свою стоимость на изготавливаемую продукцию [4]. Основной капитал – часть средств производства, включающая станки, машины, оборудование, здания и сооружения, которые участвуют в производстве в течение нескольких лет в натуральной форме и переносят свою стоимость на готовый продукт по частям по мере износа.

Основные фонды (основной капитал) – часть средств производства, которая участвует в процессе производства длительное время, при этом сохраняет свою натурально-вещественную форму, а их стоимость переносится на изготавливаемый продукт по частям по мере износа основных фондов.

Основной капитал – это та часть средств производства, которая длительное время используется в производственном процессе и стоимость которых включается в затраты производимой продукции в течение всего срока использования по частям. В процессе использования основной капитал подвергается физическому и моральному износу [5, с. 154].

Основной капитал – это часть производительного капитала, которая многократно используется при производстве товара, переносит свою стоимость на производимый продукт по частям в течение длительного срока и возвращает свою стоимость собственнику в денежной форме также по частям (в виде выручки), основной капитал – это денежные средства, вложенные в основные фонды.

Из приведенных выше определений видно, что общим в них является то, что все перечисленные объекты длительное время участвуют в процессе производства и постепенно переносят свою стоимость на создаваемый продукт. При этом некоторые авторы считают идентичными (тождественными) понятиями «основные средства», «основной капитал». Мы присоединяемся к мнению тех авторов, которые не отождествляют указанные категории. Так, Ендовицкий Д. А. и Мокшина К. Н. отмечают, что основные средства – это один из компонентов основного капитала и не весь основной капитал может быть признан и учтен в качестве объекта основных средств. То есть понятие «основной капитал» имеет более широкое значение и используется в основном в экономике, а не в бухгалтерском учете [6, с. 36].

Что касается соотношения понятий «основные средства» и «основные фонды», то, по нашему мнению, их также нельзя отождествлять. Основные фонды более емкая категория, к основным фондам следует относить не только активы, которые в бухгалтерском учете учитывают на счете 01 «Основные средства», но и то имущество, которое по экономическим характеристикам и видовому составу относится к основным средствам, но в качестве таковых не учитывается по различным причинам. Например, это могут быть доходные вложения в материальные активы. Основные средства будут рассматриваться как часть основных фондов, удовлетворяющая критериям признания в соответствии с инструкцией №26.

Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

– определение понятия «основные средства» в национальном бухгалтерском учете максимально приближено к нормам МСФО. Однако в белорусской учетной практике организациям предоставлено право определять стоимостной критерий при признании объекта основным средством, причем стоимостный порог каждая организация устанавливает по своему усмотрению;

– понятие «основные средства» с точки зрения экономики более широкое, чем в бухгалтерском учете, а в экономической теории чаще используются термины «средства труда», «основные фонды», «основной капитал». Кроме того, категории «основные средства», «основные фонды», «основной капитал» иногда отождествляются;

– рассматриваемые категории («основные средства», «основные фонды», «основной капитал») не являются тождественными, в бухгалтерском учете преимущественно используют термины «основные средства», «основные фонды». При этом, по нашему мнению, основные средства можно считать частью основных фондов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении инструкции по бухгалтерскому учету основных средств [Электронный ресурс]: постановление Министерства финансов Республики Беларусь от 30 апреля 2012 г. №26. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W2122635>. – Дата доступа: 10.01.2021

2. Международный стандарт финансовой отчетности 16 «Основные средства» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://finotchet.ru/articles/158/>. – Дата доступа: 10.01.2021

3. Бадяй, А. С. Состояние и развитие учета основных средств в условиях интеграционных процессов организаций Республики Беларусь и стран Европейского союза / А. С. Бадяй // Бухгалтерский учет и анализ. – № 4. – 2018. – С. 17–23.

4. Карагодин, Д. А. Сравнительная характеристика методик учета и оценки основных средств и их влияние на величину производственных затрат [Электронный ресурс]: интернет-журнал «Науковедение». – № 3. – 2015. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-harakteristika-metodik-ucheta-i-ocenki-osnovnykh-sredstv-i-ih-vliyeniye-na-velichinu-proizvodstvennykh-zatrat>. – Дата доступа: 09.01.2021

5. Лемешевский, И. М. Экономическая теория. Основы. Вводный курс: учеб.-метод. пособие для студентов вузов / И. М. Лемешевский. – 5-е изд. – Минск: ФУАинформ, 2012. – 493 с.

6. Ендовицкий, Д. А. Сущность основных средств как объекта бухгалтерского учета в контексте проблем учета капитала / Д. А. Ендовицкий, К. Н. Мокшина // Международный бухгалтерский учет. – №25. – 2013. – С. 31–38

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗВЕДЕНИЯ, ВЫРАЩИВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ПЛЕМЕННОГО ПОГОЛОВЬЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Б. М. ШУНДАЛОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 01.04.2021)

Скотоводческая отрасль Беларуси, обеспечивающая немалые объемы молочного и мясного потенциала, постоянно совершенствуется. Улучшается породный состав поголовья, повышаются племенные количественные и качественные характеристики племенных животных. Республика полностью обеспечивает внутренние потребности населения в разнообразных высококачественных молочных и мясных продуктах. Кроме того, значительная часть продукции поставляется на экспорт. В Беларуси имеются сельхозорганизации, обладающие мощным производственно-экономическим потенциалом и занимающиеся разведением, выращиванием и реализацией племенного поголовья крупного рогатого скота. Это позволяет последовательно повышать молочную и мясную продуктивность животных, улучшать качество животноводческого сырья. Сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК) «Агрокомбинат Снов» за период 2015–2019 гг. сумел не только обеспечить воспроизводство собственного поголовья скота, но и существенно нарастил объем продажи животных на племенные цели. Общая живая масса проданного племенного поголовья за изучаемый период выросла в 6 раз. Аналитические данные показывают, что разведение, выращивание и реализация крупного рогатого скота на племенные цели в агрокомбинате «Снов» подтверждены высокими показателями молочной и мясной продуктивности животных. Уровень рентабельности проданного племенного поголовья за период 2015–2019 гг. превышал 100 %, что свидетельствует о возможностях развития надежного бизнеса в сельхозорганизациях, активно занимающихся разведением, выращиванием и реализацией племенного скота.

Ключевые слова: племенной скот, продуктивность, выручка, прибыль, рентабельность.

The cattle-breeding industry of Belarus, which provides considerable volumes of dairy and meat potential, is constantly being improved. The breed composition of livestock is improving, the pedigree quantitative and qualitative characteristics of pedigree animals are increasing. The republic fully meets the internal needs of the population for a variety of high-quality dairy and meat products. In addition, a significant part of products is exported. There are agricultural organizations in Belarus that have a powerful production and economic potential and are engaged in breeding, raising and selling pedigree cattle. This makes it possible to consistently increase the milk and meat productivity of animals, and to improve the quality of livestock raw materials. Agricultural production cooperative 'Agrokombinat Snov' during the period of 2015–2019 managed not only to ensure the reproduction of its own livestock, but also significantly increased the volume of sales of animals for breeding purposes. The total live weight of pedigree livestock sold during the study period increased 6 times. Analytical data show that the breeding, raising and sale of cattle for breeding purposes in the agro-industrial complex «Snov» are confirmed by high rates of milk and meat productivity of animals. The level of profitability of the sold pedigree livestock for the period 2015–2019 exceeded 100 %, which indicates the possibilities of developing a reliable business in agricultural organizations that are actively engaged in breeding, raising and selling of pedigree livestock.

Key words: breeding cattle, productivity, revenue, profit, profitability.

Введение

Крупный рогатый скот, выращивается во всех сельскохозяйственных организациях, а также в некоторых крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйствах Беларуси. Выращивание и функционирование скота имеет многоцелевое назначение. Основное стадо животных предназначено прежде всего для производства молочного сырья в сочетании с получением приплода. Другие половозрастные группы скота (поголовье старше двух лет, молодняк в возрасте 1–2 года, молодняк до 1 года, выбракованное основное поголовье) обеспечивают процессы воспроизводства и пополнения стада, дорастивания, переработки и реализации мясных ресурсов [1, 3]. Многие хозяйства Беларуси имеют высокую плотность поголовья скота, что свидетельствует о значительном молочном и мясном потенциале, который позволяет полностью обеспечивать население республики в разнообразных молочных и мясных продуктах. Кроме того, Беларусь имеет реальную возможность поставлять немалые объемы продукции скотоводства на зарубежные рынки. Подсчитано, например, что на современном этапе республика продает в ближнее и дальнее зарубежье не менее половины произведенных молочных продуктов [2, 8]. Между тем потребности зарубежных рынков в молочных и мясных продуктах постоянно расширяются и Беларусь могла бы увеличивать свои экспортные поставки, зарабатывая на продаже постоянно востребованную валюту. Но молочный и мясной потенциал республики пока ограничен из-за сравнительно невысокой продуктивности крупного рогатого скота. Так, надой молока в расчете на одну среднегодовую корову, согласно официальным данным [2], во всех категориях хозяйств за 2019 г. был немногим более 5 тыс. кг, что в 2–2,3 раза ниже, чем в ряде многих стран. Невысокими количественными и качественными показателями характеризуется мясная скотоводческая отрасль республики: немало сельхозорганизаций выращивают скот со среднесуточным приростом

живой массы ниже 500 г, а значительную часть поставляемого на переработку поголовья мясокомбинаты относят к невысоким кондициям. Неслучайно поэтому реализованный мясной скот сельхозорганизаций находится в глубоком убытке [2; 4–8].

Производственная результативность функционирования крупного рогатого скота определяется комплексом факторов, среди которых важнейшую роль играет прежде всего породный потенциал поголовья. Необходимо отметить, что почти во всех категориях хозяйств Беларуси содержатся животные с высоким породным ресурсом, хотя этот важнейший потенциал не всюду реализуется, так как нередко авангардную роль начинает играть количество и качество кормов. Из-за слабой кормовой базы некоторые сельхозорганизации вынуждены покупать у соседей простейшие, широко распространенные виды кормов – сенаж либо силос. В республике ведется системная работа по созданию современной материально-технической базы функционирования крупного рогатого скота, для чего построено и оборудовано немало крупных скотоводческих ферм, заполняемых поголовьем с высоким продуктивным потенциалом. В специализированных сельхозорганизациях, имеющих скот перспективных пород, согласно их количественным и качественным показателям, разводится, выращивается и реализуется поголовье молочного и мясного направления для последующего воспроизводства стада крупного рогатого скота.

Основная часть

В процессе подготовки статьи автор опирался на опубликованные источники. Следует обратить особое внимание на то, что в составе библиографических источников мало публикаций экономической направленности. В официальной статистической литературе нет обобщенной информации, позволяющей рассчитывать и оценивать важнейшие показатели, характеризующие ведение племенного скотоводства. Поэтому расчет и оценка показателей разведения, выращивания и реализации племенного поголовья крупного рогатого скота проведена по отчетным данным СПК «Агрокомбинат Снов» Несвижского района за период 2015–2019 гг. В процессе выполнения работы использовались приемы расчета относительных показателей динамики, сравнения, сопоставления, табличный прием и др. Подготовка и оформление статьи опиралась на личный опыт автора.

Функционирование и развитие скотоводческой отрасли неизменно базируется на постоянном совершенствовании племенных качественных и количественных характеристиках животных, содержащихся в каждой поло-возрастной группе крупного рогатого скота. При этом каждое животное должно соответствовать определенным параметрам, которые в комплексе формируют ту или другую породу. Разведение и выращивание племенных животных – задача непростая, требующая повышенного внимания, знаний и опыта специалистов. В процессе разведения и выращивания скота на племенные цели необходим индивидуальный подход к каждой особи, начиная от появления приплода и заканчивая процессом реализации каждого животного. Неслучайно в единицу массы племенного поголовья вкладывается значительно больше материальных средств и трудовых затрат, из-за чего себестоимость племенного животного оказывается значительно выше по сравнению с себестоимостью массового поголовья. Зато каждая голова племенной группы намного ценнее, чем аналогичная голова массового скота.

Углубленное изучение основных производственно-экономических и финансовых показателей, характеризующих племенную работу в скотоводческой отрасли, проводилось по отчетным данным сельскохозяйственного производственного кооператива (СПК) «Агрокомбинат Снов» Несвижского района. Это крупная сельхозорганизация, обладающая мощным производственно-экономическим потенциалом, по состоянию на начало 2020 г., где площадь сельскохозяйственных земель превышала 7,3 тыс. га, в том числе пахотных – 6,1 тыс. га со средней качественной оценкой более 48 баллов; списочная численность работников – свыше 1,9 тыс. человек; стоимость основных производственных средств – более 138 млн. руб. За период 2015–2019 гг. агрокомбинат имел высокую производственно-экономическую результативность во всех сельскохозяйственных отраслях. Кроме того, сельхозорганизация позитивно занимается углубленной широкомасштабной переработкой животноводческого сырья, реализацией разнообразных высококачественных конечных продуктов на внутреннем и внешнем рынках.

В СПК «Агрокомбинат Снов» за период 2015–2019 гг. среднегодовое поголовье крупного рогатого скота возросло с 13,2 тыс. до 17,4 тыс. голов, или почти на треть; поголовье коров за этот период было доведено до 2844 голов. Годовая молочная продуктивность каждой коровы за изучаемый период поднялась с 9793 до 10647 кг; среднесуточный прирост крупного рогатого скота увеличился с 903 до 1015 г, или на 12,4 %. Эти данные свидетельствуют о том, что в агрокомбинате «Снов» сформирован высокий производственный потенциал функционирования скотоводческой отрасли. Именно на этой

основе в сельхозорганизации за период 2015–2019 гг. велась позитивная работа по разведению, выращиванию и реализации племенного поголовья крупного рогатого скота. Можно отметить, что кроме пополнения собственного стада животных, хозяйство продавало племенное поголовье другим сельхозорганизациям. Динамические сдвиги производственных показателей, характеризующих разведение, выращивание и реализацию племенного крупного рогатого скота в СПК «Агрокомбинат Снов» за период 2015–2019 гг., можно оценить по данным табл. 1.

Таблица 1. Динамика производственных показателей, характеризующих разведение, выращивание и реализацию племенного скота в СПК «Агрокомбинат Снов»

| Показатели | Годы | | | 2019 г. в % к 2015 г. |
|--|------|------|------|-----------------------|
| | 2015 | 2017 | 2019 | |
| Продано на племенные цели, голов | 52 | 151 | 616 | 11,8 р. |
| Средняя живая масса 1 головы, кг | 515 | 529 | 263 | 51,1 |
| Средний суточный прирост живой массы 1 головы, г | 903 | 946 | 1012 | 112,4 |
| Общая живая масса проданного поголовья, т | 27 | 80 | 162 | 6,0 р. |

Источник: авторский расчет по данным годовых отчетов.

Данные табл. 1 показывают, что в СПК «Агрокомбинат Снов» в 2019 г. по сравнению с 2015 г. на племенные цели было продано поголовья крупного рогатого скота почти в 12 раз больше. Вместе с тем за этот период почти наполовину снизилась средняя живая масса одной головы животных, из-за чего общая живая масса проданного поголовья сократилась почти вдвое. Это означает, что агрокомбинат «Снов» продавал племенной скот разных поло-возрастных групп, отличающихся различной живой массой. Следует обратить внимание на то, что сельхозорганизация специализируется не только на выращивании и откорме высокопродуктивных животных, но и основную часть поголовья направляет на промышленную углубленную переработку на собственный мини-завод, где выпускаются разнообразные востребованные на рынке, потребительские изделия. Можно отметить, что внутрихозяйственные перерабатывающие подразделения агрокомбината «Снов» занимаются углубленной переработкой немалых объемов мясного потенциала свиней и птицы, выпуская высококачественные продукты с большой добавленной стоимостью.

Особенно важно отметить высокий для условий Беларуси показатель продуктивности выращенного в агрокомбинате «Снов» крупного рогатого скота – среднесуточный прирост живой массы 1 головы животных, который в динамике за период 2015–2019 гг. значительно (на 12,4 %) повысился. Этот важнейший показатель характеризует результативность системной интенсификации производства в мясной скотоводческой отрасли, где позитивно сочеталось нарастание удельных производственных затрат в расчете на 1 голову животных с рациональной экономией расходных материалов и трудовых вложений. Совершенно очевидно, что при оценке племенного потенциала животных обращается особое внимание на динамическое повышение среднесуточного прироста живой массы крупного рогатого скота.

Рыночная результативность ведения племенного животноводства оценивается с помощью основных экономико-финансовых показателей: денежной выручки от продажи скота в расчете на 1 т живой массы и на 1 голову животных, полной (коммерческой) себестоимости 1 т реализованной живой массы поголовья, размером прибыли в расчете на 1 т проданной живой массы и на 1 голову скота. Завершающим результативным финансовым показателем, характеризующим всю работу по разведению, выращиванию и реализации племенного поголовья животных, является уровень рентабельности проданной продукции. Динамические изменения экономико-финансовых показателей, необходимых для оценки функционирования племенного скотоводства в СПК «Агрокомбинат Снов» за период 2015–2019 гг., приведены в табл. 2. Для повышения объективности оценки табличных данных стоимостные показатели скорректированы на базисные индексы потребительских цен, что позволяет элиминировать (исключать) влияние инфляционных процессов за изучаемые годы.

Из данных табл. 2 видно, что в СПК «Агрокомбинат Снов» за период 2015–2019 гг. при реализации племенного поголовья крупного рогатого скота имели место значительные изменения основных экономико-финансовых показателей. Так, фактическая выручка от продажи 1 т живой массы животных значительно (почти на 29 %) увеличилась, тогда как в расчете на 1 реализованную голову скота выручка упала на треть. Это неслучайно: средняя живая масса 1 проданного животного в 2019 г. была почти вдвое ниже, чем в 2015 г. За изучаемый период в агрокомбинате «Снов» существенно (почти на 30 %) повысилась фактическая полная (коммерческая) себестоимость 1 т живой массы реализованного племенного поголовья. Аналитические данные показывают, что динамические изменения темпов роста прибыли от продажи скота в расчете на 1 т живой массы и на 1 голову племенных животных почти не отличались от темпов роста денежной выручки.

Таблица 2. Динамика основных экономико-финансовых показателей, характеризующих реализацию племенного поголовья крупного рогатого скота в СПК «Агрокомбинат Снов»

| Показатели | Годы | | | 2019 г. в % к 2015 г. |
|--|-------|-------|-------|-----------------------|
| | 2015 | 2017 | 2019 | |
| Фактические показатели | | | | |
| Выручка от продажи скота в расчете: | | | | |
| на 1 т живой массы, руб. | 5644 | 6325 | 7265 | 128,7 |
| на 1 голову животных, руб. | 2907 | 3346 | 1911 | 65,7 |
| Полная (коммерческая) себестоимость 1 т, руб. | 2556 | 2775 | 3309 | 129,5 |
| Прибыль от продажи скота в расчете: | | | | |
| на 1 т живой массы, руб. | 3089 | 3550 | 3957 | 128,1 |
| на 1 голову животных, руб. | 1591 | 1878 | 1041 | 65,4 |
| Базисные индексы потребительских цен, % | 100 | 118,1 | 130,2 | 130,2 |
| Скорректированные показатели | | | | |
| Выручка от продажи скота в расчете: | | | | |
| на 1 т живой массы, руб. | 5644 | 5356 | 5580 | 98,9 |
| на 1 голову животных, руб. | 2907 | 2833 | 1468 | 50,5 |
| Полная (коммерческая) себестоимость 1 т, руб. | 2556 | 2350 | 2541 | 99,4 |
| Прибыль от продажи скота в расчете: | | | | |
| на 1 т живой массы, руб. | 3089 | 3006 | 3039 | 98,4 |
| на 1 голову животных, руб. | 1591 | 1590 | 800 | 50,3 |
| Уровень рентабельности реализованного скота, % | 120,9 | 127,9 | 119,6 | -1,3 п.п. |

Источник: авторский расчет по данным годовых отчетов; Национальный статистический комитет Республики Беларусь: Индексы потребительских цен. – Минск: Бизнес – Инфо. с.1.

При условии корректировки стоимостных показателей на базисные индексы потребительских цен оказалось, что в СПК «Агрокомбинат Снов» за период 2015–2019 гг. основные экономико-финансовые показатели, характеризующие реализацию племенного поголовья крупного рогатого скота, по существу не претерпели каких-либо значительных изменений. Эту своеобразную динамическую стабилизацию результатов выращивания и продажи племенного скота в сельхозорганизации особенно важно дополнить довольно высоким уровнем рентабельности реализованной продукции, который оказался намного выше 100 %.

Заключение

Высокодоходное ведение племенного скотоводства в СПК «Агрокомбинат Снов» характеризует повышенную рыночную востребованность поголовья, обладающего высоким продуктивным потенциалом. Это означает, что сельхозорганизации Беларуси имеют возможность формировать и развивать рынок племенного скотоводства. При этом важно иметь в виду, что далеко не каждому хозяйству по силам выращивать и поставлять на рынок племенное поголовье. Племенной скот с высоким продуктивным потенциалом может быть выращен только в сельхозорганизациях, обладающих комплексом реальных возможностей. СПК «Агрокомбинат Снов» многие годы создавал и накапливал свой высокий и надежный производственно-экономический потенциал. Невзирая на благоприятные почвенные условия, которые изначально проявляются в естественном плодородии сельхозземель, коллектив хозяйства особое внимание обращал на последовательное улучшение гумусного потенциала почвы. В первую очередь пахотный слой почвы системно обогащался внесением довольно высоких доз органических удобрений. Так, за период 2015–2019 гг. в сельхозорганизации ежегодно накапливалось и вносилось в расчете на каждый гектар пахотных земель не менее 50 т навоза. Большие объемы органических удобрений накапливаются за счет высокой плотности поголовья крупного рогатого скота, свиней, птицы. В этом хозяйстве, в отличие от многих других сельхозорганизаций, навоз как ценное и недорогое комплексное органическое удобрение, не разбазаривается и рационально вносится в почву. Безусловно, в агрокомбинате «Снов» не игнорируют и дорогостоящие минеральные туки, но если минеральные удобрения оказывают на формирование биологического урожая кратковременное влияние, то органические туки благоприятствуют повышению стратегического урожая. Поэтому неслучайно средняя продуктивность 1 балло-гектара пахотных земель за изучаемый период колебалась в пределах от 255 до 325 кормовых единиц. Это означает, что в СПК «Агрокомбинат Снов» заложен надежный фундамент для выращивания высокопродуктивного поголовья сельскохозяйственных животных, которые позволяют производить и перерабатывать немалые объемы высококачественного животноводческого сырья. Кроме того, высокий производственно-экономический потенциал сельхозорганизации способствует разведению, выращиванию, реализации востребованного, высокодоходного племенного поголовья крупного рогатого скота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусаков, В. Г. Аграрная экономика: термины и понятия. Энциклопедический справочник / В. Г. Гусаков, Е. И. Деза. – Минск: Белорус. наука, 2008. – 576 с.

2. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб./Нац. стат. комитет РБ. – Минск, 2020. – 180 с.
3. Шундалов, Б. М. Статистика агропромышленного комплекса: учебник / Б. М. Шундалов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 496 с.
4. Шундалов, Б. М. Экономическая эффективность производства и реализации продукции выращивания крупного рогатого скота / Б. М. Шундалов // Вестник БГСХА, 2018. – № 2. – С. 54–60.
5. Шундалов, Б. М. Основные тенденции производства и факторы снижения материалоемкости продукции выращивания крупного рогатого скота / Б. М. Шундалов // Аграрная экономика, 2019. – № 3. – С. 32–42.
6. Шундалов, Б. М. Экономическая эффективность производства и реализации сельскохозяйственной продукции: монография / Б. М. Шундалов. – Горки: БГСХА, 2017. – 245 с.
7. Шундалов, Б. М. Основные тенденции производства и факторы снижения материалоемкости сельскохозяйственной продукции: монография / Б. М. Шундалов. – Горки: БГСХА, 2019. – 304 с.
8. Шундалов, Б. М. Системная интенсификация и себестоимость сельскохозяйственной продукции: монография / Б. М. Шундалов. – Горки: БГСХА, 2020. – 303 с.

ПРИНЦИПЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИИ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА

Е. В. КАРАЧЕВСКАЯ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: karachevskaya-e@mail.ru

(Поступила в редакцию 07.04.2021)

В статье представлены принципы и инструменты формирования методологии стратегии развития лекарственного растениеводства, автором выделены семь принципов методологии, включающих стратегический анализ результатов деятельности производителей, комплексный анализ существующих проблем при производстве и распределении лекарственного растительного сырья, организацию производственно-сбытовой деятельности лекарственного растительного сырья и продуктов его переработки, стимулирование лиц, включенных в процесс производства и сбыта лекарственного растительного сырья и продуктов его переработки (потребителей, посредников, торгового персонала), формирование эффективных форм сотрудничества правовых, организационных, экономических между поставщиками, производителями и потребителями лекарственного растительного сырья и продуктов его переработки, постоянное совершенствование методического сопровождения, обеспечивающего стратегическое развитие рынка лекарственного растительного сырья. Представлена краткая характеристика представленных принципов. На основании проработанной информации выделено пять этапов технологии построения стратегии развития лекарственного растениеводства, которые предполагают поэтапное осуществление стратегического анализа, оптимизацию производства и сбыта производимой продукции, основанной на разработке линейно-динамической модели при оптимизации производственно-сбытовой деятельности лекарственного растительного сырья и продуктов его переработки, анализ эффективного распределения ресурсов, структуризацию рыночных каналов товародвижения, оптимизацию потоковых процессов за счет оптимизацией структуры и параметров системы функционирования рынка лекарственного растительного сырья, осуществление развитие рынка лекарственного растительного сырья в рамках функционирования евразийской технологической платформы, а также методическое сопровождение, управление и контроль за реализацией стратегии развития рынка лекарственного растительного сырья. Использование вышеперечисленных принципов и инструментов в совокупности позволит разработать эффективную стратегию развития лекарственного растениеводства.

Ключевые слова: стратегия развития, анализ, лекарственное растениеводство, принципы, этапы.

The article presents principles and tools for forming the methodology of strategy for the development of medicinal plant growing, the author singles out seven principles of the methodology, including strategic analysis of the results of activities of manufacturers, a comprehensive analysis of the existing problems in the production and distribution of medicinal plant raw materials, the organization of production and marketing of medicinal plant raw materials and products of their processing, stimulation of persons involved in the process of production and sale of medicinal plant raw materials and products of their processing (consumers, intermediaries, sales personnel), the formation of effective forms of legal, organizational, economic cooperation between suppliers, manufacturers and consumers of medicinal plant raw materials and products of their processing, constant improvement of methodological support, ensuring the strategic development of market for medicinal herbal raw materials. A brief description of the principles is presented. Based on the elaborated information, five stages of the technology for constructing a strategy for the development of medicinal plant growing have been identified, which imply a phased implementation of strategic analysis, optimization of production and sales of manufactured products based on the development of a linear dynamic model while optimizing the production and marketing of medicinal plant raw materials and products of their processing, analysis of efficient allocation of resources, structuring market distribution channels, optimizing flow processes by optimizing the structure and parameters of the system of functioning of the market for medicinal plants, developing the market for medicinal plants within the framework of functioning of Eurasian technological platform, as well as methodological support, management and control over the implementation of medicinal herbal raw materials market development strategy. The use of the above principles and tools in combination will make it possible to develop an effective strategy for the development of medicinal plant growing.

Key words: development strategy, analysis, medicinal plant growing, principles, stages.

Введение

Проведение анализа в разработке стратегии выполняется с применением множества методов как классических, так и предлагаемых современными исследователями. Применяются модели Г. Стейнера, И. Ансоффа, К. Эндрюса и других представителей различных школ. В основе всех методов лежат принципы взаимосвязанных решений [1, 2].

Современные методики базируются на цепочке ценностей М. Портера, который определил, что на каждом этапе создаются свои ценности, которые признаются и оплачиваются потребителем.

Основными правилами использования методов, по мнению М. Портера, являются [5]:

правила оценки результатов деятельности организации в настоящее время и на перспективу. Положительные аспекты используются как ориентиры, количественное наполнение считается плановым заданием;

правила оценки организации и внешней среды. Эта оценка выполняется для определения параметров и объемы продуктов, товаров, чтобы выработать приемы и обойти конкурентов, то есть сформировать товарно-рыночную стратегию;

правила осуществления оперативной деятельности, систематизирующие приемы и технологию осуществления. Комплекс исследований по разработке и внедрению стратегии развития компании можно условно разбить на следующие крупные блоки (этапы) [3, 4]: анализ инвестиционной привлекательности отрасли, к которой относится организация;

разработка сценарного прогноза развития данной отрасли;

прогноз изменения конъюнктуры спроса и предложения на внутренних и внешних рынках; анализ конкурентной позиции компании в отрасли (анализ прочности бизнеса);

финансовая оценка стратегических альтернатив; формирование образа будущей компании; разработка стратегических целей и задач; комплекс работ по внедрению стратегии.

Основная часть

Исследования показывают, что методология формирования современной стратегии развития лекарственного растениеводства должна строиться на следующих принципах (рис. 1):

1) стратегический анализ результатов деятельности производителей лекарственного растительного сырья и продуктов его переработки;

2) комплексное решение проблем стратегии развития, предполагающее комплексный анализ существующих проблем при производстве и распределении лекарственного растительного сырья и разработка перечня мероприятий, направленных на решение данных проблем с учетом особенности развития рынка;

3) системный подход к формированию стратегии развития, предусматривающий использование экономических инструментов и подчиняющий себе сырьевую, производственную, товарную, ценовую, коммуникативную, дистрибутивную политику;

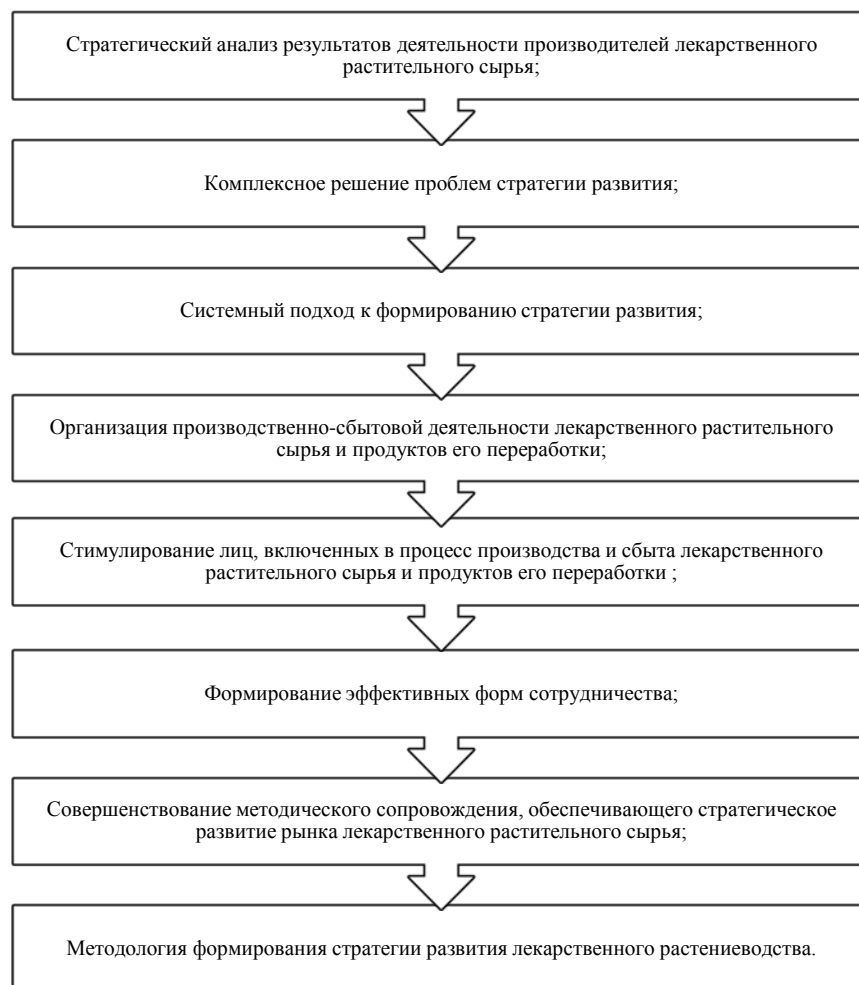


Рис. 1. Принципы формирования методологии стратегии развития лекарственного растениеводства

4) организация производственно-сбытовой деятельности лекарственного растительного сырья и продуктов его переработки;

5) стимулирование лиц, включенных в процесс производства и сбыта лекарственного растительного сырья и продуктов его переработки (потребителей, посредников, торгового персонала);

6) формирование эффективных форм сотрудничества правовых, организационных, экономических между поставщиками, производителями и потребителями лекарственного растительного сырья и продуктов его переработки;

7) постоянное совершенствование методического сопровождения, обеспечивающего стратегическое развитие рынка лекарственного растительного сырья.

Сущность первого принципа (стратегический анализ результатов деятельности производителей лекарственного растительного сырья и продуктов его переработки) заключается в комплексном стратегическом анализе производства лекарственного растительного сырья как в разрезе отдельных предприятий, так и в целом по отрасли. При этом стратегический анализ лекарственного растениеводства включает в себя анализ информационных потоков, обеспечивающих стратегическое развитие; стратегический и тактический анализ потенциала развития лекарственного растениеводства; конкурентный анализ развития, а также анализ факторов внешней среды, влияющих на стратегическое развитие.

Сущность второго принципа (комплексное решение проблем стратегии развития) заключается в решении проблем производства и распределения лекарственного растительного сырья. Сущность данного принципа заключается в обеспечении эффективного производства и сбыта продукции, начинается с изучения требований потенциальных потребителей и завершается процессом реализации готовой продукции. При этом роль результативности деятельности организаций, производящих лекарственное растительное сырье и продукты его переработки зависит от следующих составляющих:

– в сфере выращивания лекарственного растительного сырья – проблема сезонности производства, высокой доли ручного труда, зависимости от погодных условий, увеличения урожая и сокращения механического вмешательства в процесс выращивания снижение и полный отказ от использования гербицидов, пестицидов и минеральных удобрений, организация сбыта готовой продукции, прибыль, как конечная цель предприятий зависит от согласованности всех циклов производства;

– первичная переработка, находящаяся как на базе предприятий выращивающих лекарственные травы, заготавливающих дикорастущие, так и обособленно, занимающаяся закупкой сырья, первичной переработкой фасовкой, упаковкой товара и сбытом как в розницу, так и оптом. Проблема на данном этапе состоит в выборе поставщиков качественного, пользующегося спросом сырья и реализация готовой продукции в торговую сеть, прохождение сертификации и получение стандарта качества для возможности реализации продукции в аптечной сети;

– углубленная переработка является связующим звеном между аптечной сетью и производителями сырья. На данном этапе происходит процесс изготовления готового продукта, осуществляется решение проблемы перехода на международные стандарты качества, что особенно актуально в связи с увеличением наплыва на рынок зарубежных пищевых, биологически активных добавок, например фиточаев;

– сбытовая сеть продолжает процесс производства, является связующим звеном между производителем и потребителем, во время сбыта происходит выявление вкусов и предпочтений потребителей. На данном этапе формируется заключительный этап формирования добавленной стоимости на готовую продукцию из лекарственного растительного сырья.

Тот факт, что на объемы продаж лекарственного сырья и продуктов его переработки влияют результаты работы всех исполнителей на всех этапах производственно-технологического и торгового цикла, предполагает необходимость координации деятельности работников всех циклов производства и сбыта лекарственного растительного сырья и продуктов его переработки, организации и совершенствовании сбыта, как на внутреннем, так и на внешних рынках. Стимулирование спроса на лекарственное растительное сырье и продукты его переработки. Только комплексный подход к решению проблемы позволит обеспечивать максимальный эффект от реализации стратегии развития лекарственного растениеводства.

Сущность третьего принципа (системный подход) заключается в том, что каждое экономическое явление рассматривается и оценивается во взаимосвязи с другими.

Следует указать, что представленные выше принципы иногда объединяют, определяя их как системный, комплексный подход. В то же время принцип системного подхода носит достаточно самостоятельный характер и его целесообразно рассматривать с трех позиций: стратегия развития выступает как неотъемлемая часть общей политики предприятия производящего лекарственное раститель-

ное сырье и продукты его переработки во взаимосвязи с другими стратегическими направлениями и функциями; неразрывность взаимосвязи разработки, производства, реализации и продвижения продукции, правовых, организационных, экономических форм сотрудничества товаропроизводителей со всеми субъектами рынка; сочетание всех показателей и свойств продукции, определяющих в конечном итоге высокий объем продаж и ее конкурентоспособность. Комплексный и системный подходы являются главными методологическими принципами формирования современной стратегии развития рынка лекарственного растительного сырья.

Четвертый принцип (организация производственно-сбытовой деятельности) базируется на интегрированной концепции и методологии IDEF0, который включает в себя маркетинговые исследования; стратегическое и оперативное планирование; контроль за разработкой и выполнением производственной программы, отгрузкой и продажей продукции; анализ результатов производственно-сбытовой деятельности, а также сопровождающее каждому этапу методическое обеспечение.

С помощью маркетинга устанавливаются не только определенные требования и условия к производству, перемещению, хранению, переработке и передаче сырья и готовой продукции по мере их продвижения от производителя к потребителю. Он также связан с процессами обмена и ценообразования в рыночной системе и состоит из взаимосвязанных частей-компонентов, которые накладывают отпечаток на деятельность каждого предприятия, отраслей, экономики в целом и на решение социальных задач общества в частности.

Сущность пятого принципа (стимулирование лиц, включенных в процесс производства и сбыта лекарственного растительного сырья и продуктов его переработки) заключается в необходимости тесной связи уровней производства и сбыта, ценового аспекта и стимулирования конечных покупателей (потребителей), организаций оптовой и розничной торговли, собственного трудового персонала, которые влияют на качество и объемы производства и сбыта продукции.

Стимулирующие мероприятия имеют двойственный характер: при стимулировании конечных покупателей происходит ускорение покупки, собственно персонала – интенсификация производства; присутствует как ускорение приобретения продукции у производителя, так и помощь торговым организациям в дальнейшей реализации. Деятельность по стимулированию сбыта особенно важна на рынке лекарственного растительного сырья, который характеризуется высокой товарной конкуренцией со стороны зарубежных производителей, мало отличающейся по своим потребительским свойствам.

Шестой принцип (формирование эффективных форм сотрудничества правовых, организационных, экономических между поставщиками, производителями и потребителями лекарственного растительного сырья и продуктов его переработки) базируется на сотрудничестве производителей, потребителей и других участников процесса через объединенные комитеты утверждения и сертификации с использованием принципа прозрачности. Развитие внешнеторгового сотрудничества со странами СНГ, оказывает существенное влияние на расширение товаропроводящей сети. В этом направлении целесообразно создание корпоративных торгово-логистических центров. Одной из функций последних является предоставление информационно-маркетинговых услуг, включающих определение объемов продаж, цен, подготовку аналитических обзоров рынков, проведение рекламных кампаний и мероприятий стимулирующего характера. Эффективному распределению товарных потоков будет способствовать внедрение единой системы документооборота. С учетом применения новых технологий логистики стоимость многих товаров при реализации через соответствующие центры может быть снижена на 10–15 %.

Седьмым принципом является совершенствование методического сопровождения, обеспечивающего стратегическое развитие рынка лекарственного растительного сырья. Этот принцип можно рассматривать как отдельно, так и в системе организации процесса производства и сбыта лекарственного растительного сырья и продуктов его переработки. Совершенствование и разработка новых технических средств и технологических процессов, изменение социально-экономических условий ресурсных возможностей, приоритетов на внешнем и внутреннем рынке, потребительских вкусов – все это диктует необходимость динамичного развития рынка лекарственного растительного сырья. Особенно актуальным это является в условиях рыночной экономики, когда изменения на рынке требуют от системы управления адекватной реакции.

Исходя из вышеуказанных принципов технология построения стратегии развития лекарственного растениеводства предполагает следующую последовательность ее осуществления (рис. 2).

На первом этапе стратегии развития осуществляется стратегический анализ как организаций в частности, так и отрасли в целом. В этот период следует провести анализ производственно-

коммерческой деятельности организации, рыночных возможностей, открывающихся перед организацией, исходя из совокупности условий, в которых она функционирует. Провести анализ информационных ресурсов обеспечивающих развитие отрасли; оценить потенциала развития лекарственного растениеводства; осуществить конкурентный анализ. Реализация данного этапа обеспечивается осуществлением комплексных исследований, результаты которых позволяют предприятию сопоставить ресурсы и результат деятельности, оценить рыночную конкуренцию, выявить резервы развития отрасли.

На втором этапе обеспечивается оптимизация производства и сбыта производимой продукции, анализ эффективного распределения ресурсов, структуризации рыночных каналов товародвижения. С этой целью разрабатывается сбалансированная программа культивирования лекарственного растительного сырья в разрезе видового разнообразия, программа предполагает учет особенностей выращивания лекарственных культур в зависимости от ареала произрастания, внесения удобрений и пестицидов, осуществляется автоматический расчет экономического эффекта в зависимости от внесенных параметров. Реализация второго этапа стратегии развития также предполагает разработку оптимизационной линейно-динамической модели развития предприятий участников рынка лекарственного растительного сырья, в которой осуществляется анализ совокупных условий производственно-сбытовой деятельности, расчет программы развития, в том числе с учетом оптимальной формы сотрудничества организаций рынка лекарственного растительного сырья. Линейно-динамическая модель при оптимизации производственно-сбытовой деятельности лекарственного растениеводства, включает оптимизацию севооборотов, посевных площадей и посадок лекарственных культур на перспективу, увязку между объемом заготовки и переработки лекарственного растительного сырья как на первичном этапе, так и на этапе углубленной переработки, согласование производства и сбыта лекарственного-растительного сырья и продуктов его переработки по стратегическим направлениям каналов распределения на внешнем и внутреннем рынке. Используемая модель связана с традиционными статическими моделями планирования производственно-сбытовой деятельности, но в структуру модели включаются также n основных блоков (n – число дней, месяцев), которые описывают состояние лекарственного производства на момент времени t . Они повторяют модель оптимизации производственной структуры в статической постановке на момент соответствующего цикла бизнес-плана, но в них включаются вспомогательные способы и дополнительные условия, определяющие динамику изменений. Для связи основных блоков формируется подблок увязки, в котором приведены условия перехода из состояния на момент t в состояние на момент $t+1$. Общий связующий блок включает ограничения и единую для всех циклов времени целевую функцию. Для решения линейно-динамических задач с блочно-диагональной структурой используется способ линейного программирования.

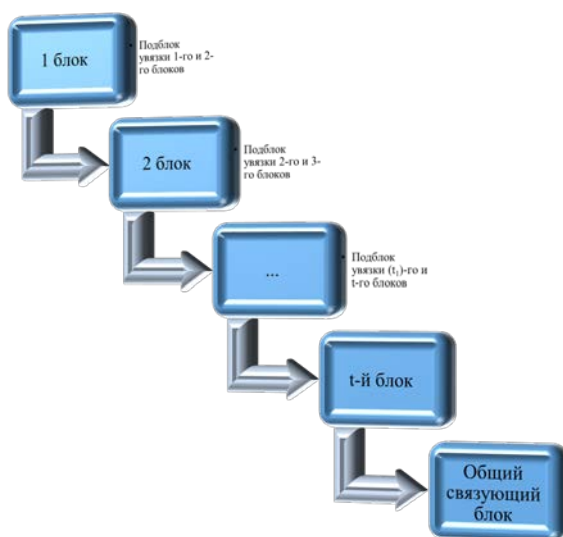


Рис. 2. Структурная схема линейно-динамической модели оптимизации структуры стратегии развития производственно-сбытовой деятельности лекарственного растениеводства

Третий этап предполагает оптимизацию потоковых процессов за счет оптимизацией структуры и параметров системы функционирования рынка лекарственного растительного сырья по показателю

соответствия материальных, финансовых, информационных, логистических и других потоков. Задача оптимизации потоковых процессов сводится к оптимизации всех видов потоков по критерию минимальных интегральных затрат. К данному этапу уже доступен список бизнес-процессов и известны средние статистические нагрузки, приходящиеся на каждый процесс, то путем варьирования допустимых интервалов времени каждого процесса можно получать теоретический график движения потоков.

Четвертый этап предполагает осуществление развития рынка лекарственного растительного сырья в рамках функционирования евразийской технологической платформы, обеспечивающей кооперацию в научно-технической и инновационной сферах, являющейся связующим звеном, обеспечивающим повышение эффективности взаимодействия всех заинтересованных сторон (бизнеса, науки, государства, общественных организаций) на основе объединения потенциалов государств-членов для стимулирования взаимовыгодного инновационного развития национальных промышленных комплексов, создания центров компетенции в государствах-членах, формирования экономики будущего, постоянного технологического обновления, повышения глобальной конкурентоспособности.

Среди задач платформы можно выделить:

- рассмотрение и анализ передовых достижений научно-технического развития государств-членов;
- анализ мировых практик сотрудничества в научно-технической и инновационной сферах;
- создание единых реестров передовых технологий и продукции;
- формирование единых информационно-коммуникационных систем и порталов, обеспечивающих доступ к информационным базам и коммуникацию всех заинтересованных организаций государств-членов в развитии и освоении передовых технологий и продукции;
- оценка уровня развития технологий и продукции организаций реального сектора экономики государств-членов, сопоставление с зарубежными аналогами;
- формирование единых реестров потребностей в новых технологиях и видах продукции по заявкам и предложениям организаций реального сектора экономики государств-членов;
- прогнозирование развития рынков и технологий в отраслях и секторах экономики государств-членов, в которых осуществляют свою деятельность евразийские технологические платформы, в том числе спроса на основные виды инновационной продукции;
- оказание содействия в организации научных, проектных, производственных и иных объединений, направленных на продвижение передовых технологий на территориях государств-членов;
- внесение в установленном порядке предложений в отраслевые программы развития промышленности государств-членов;
- участие в реализации приоритетных направлений в научно-технических и инновационных сферах сотрудничества государств-членов путем формирования портфеля проектных предложений, включающих совместные инициативы и совместные проекты;
- содействие созданию совместных лабораторий, научно-исследовательских центров и станций; совместному созданию и внедрению инновационной продукции и технологий;
- поиск лучших партнеров для реализации совместных проектов;
- организация (при необходимости) проведение совместной экспертизы совместных проектов в соответствии с законодательством государств-членов;
- проведение работ по привлечению средств из бюджетных и внебюджетных источников финансирования для реализации совместных проектов и др [6].

Пятый этап, являющийся завершающим, предполагает методическое сопровождение, управление и контроль за реализацией стратегии развития рынка лекарственного растительного сырья. Важной частью процесса оценки эффективности стратегии развития является выбор соответствующих критериев. Наиболее значимыми из них являются:

- а) осуществимость (объем мероприятий, необходимых для достижения конечных целей);
- б) приемлемость (определение степени соответствия результатов осуществления принятой стратегии планам и задачам организациям рынка лекарственного растительного сырья).

Заключение

Таким образом, для разработки и реализации стратегии развития предлагается использовать семь принципов реализации стратегии, упорядоченное структурирование принципов методологии построения стратегии развития позволило выделить пять этапов. Предлагаемая методология стратегии развития представляет собой процесс рациональной организации и упорядочения процедур разрешения

ситуаций – принятия и реализации управленческих решений. Она отвечает требованиям устойчивости, оперативности, экономичности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ансофф, И. Стратегический менеджмент / И. Ансофф. – Санкт-Петербург: Питер, 2009. – 344 с.
2. Грант, Р. М. Современный стратегический анализ 5-е изд. / Пер. с англ. под. ред. В. Н. Фунтова – СПб.: Питер, 2008. – 560 с.
3. Карачевская, Е. В. Моделирование и оценка экономической эффективности функционирования агрофармацевтического кластера Республики Беларусь / Е. В. Карачевская, А. Ф. Рогачев // In-ternational Research Journal. Modern Economy Success, 2016 / ISSN 2500-3747 Volume 23, Number 1 (2016), pp. 87–110.
4. Карачевская, Е. В. Рынок лекарственного растительного сырья Республики Беларусь: инвестиционная привлекательность, риски и перспективы развития / Е. В. Карачевская // Актуальные вопросы экономики и управления на современном этапе развития общества. Сборник докладов по итогам V Междунар. науч.-практ. интернет-конф. Тула, 22 мая 2019 года [Текст] / Под общ. ред. Д. А. Овчинникова. Тула: Изд. ИЗУ ВПА, 2019. – С. 179–184.
5. Портер, М. Конкурентная стратегия. Методика анализа отраслей и конкурентов / пер. с англ. И. Минервина. М.: Альпина Паблишер. 2016. – 456 с.
6. Решение Евразийского межправительственного Совета от 13 апреля 2016 года N 2 «Об утверждении Положения о формировании и функционировании евразийских технологических платформ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420349133>– Дата доступа: 18.03.2021.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА АПК В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

С. И. КЛИМИН

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: parfum77@tut.by

(Поступила в редакцию 14.04.2021)

В статье описаны меры государственной поддержки АПК в Республике Беларусь. Проанализированы прямые и косвенные меры государственной поддержки сельхозорганизаций. Прямые меры государственной поддержки реализуются посредством финансирования за счет средств республиканского и (или) местных бюджетов и включают в себя: обязательное страхование с господдержкой урожая сельхозкультур, скота и птицы; проведение закупочных и товарных интервенций на рынке сельхозпродукции, сырья и продовольствия; развитие социальной инфраструктуры сельских территорий и др. Косвенные меры господдержки включают: применение льготного режима налогообложения в сельском хозяйстве; реструктуризацию (предоставление отсрочки (рассрочки) в соответствии с законодательными актами задолженности перед бюджетом. Выполнен анализ нормативных правовых актов, регулирующих аспекты государственной поддержки агропромышленного комплекса. Выявлено, что аграрная политика выступает одним из направлений внутренней политики Республики Беларусь и направлена на обеспечение стимулирования повышения эффективности агропромышленного комплекса. Сельскому хозяйству Беларуси уделяется особое внимание, при этом значительная часть усилий направляется на поддержание или восстановление платежеспособности и финансовой устойчивости сельскохозяйственных организаций.

Установлено, что нерентабельные и убыточные хозяйства передаются промышленным предприятиям и банкам. Росту убыточных хозяйств способствует ручное управление и отсутствие конкуренции. Государство вынуждено поддерживать слабые хозяйства потому, что они обеспечивают работой жителей сельских населенных пунктов. Бюджетное финансирование и льготное кредитование выступают основными источниками финансовых ресурсов сельского хозяйства. Чистая прибыль крупных и средних сельскохозяйственных организаций сократилась с учетом господдержки на 6%. Одним из приоритетных направлений развития сельского хозяйства до 2030 года является эффективность и безубыточность.

Ключевые слова: бюджетное финансирование, льготное кредитование, аграрная политика, меры господдержки, сельское хозяйство.

The article describes measures of state support for the agro-industrial complex in the Republic of Belarus. Direct and indirect measures of state support of agricultural organizations are analyzed. Direct measures of state support are implemented through financing from the republican and (or) local budgets and include: compulsory insurance with state support for crops, livestock and poultry; carrying out procurement and commodity interventions in the market of agricultural products, raw materials and foodstuffs; development of social infrastructure in rural areas, etc. Indirect measures of state support include: the use of preferential taxation in agriculture; restructuring of debt to the budget (provision of a deferral (installment plan)) in accordance with legislative acts. We have analyzed legal acts regulating aspects of state support for the agro-industrial complex. It was revealed that the agrarian policy is one of the directions of internal policy of the Republic of Belarus and is aimed at providing incentives to increase the efficiency of agro-industrial complex. Special attention is paid to the agriculture of Belarus, with a significant part of efforts directed at maintaining or restoring the solvency and financial stability of agricultural organizations.

It has been established that unprofitable farms are transferred to industrial enterprises and banks. The growth of unprofitable farms is facilitated by manual management and lack of competition. The state is forced to support weak farms because they provide jobs for residents of rural settlements. Budget financing and concessional lending are the main sources of financial resources for agriculture. Net profit of large and medium-sized agricultural organizations decreased by 6%, taking into account state support. One of the priority areas for the development of agriculture until 2030 is efficiency and break-even.

Key words: budget financing, concessional lending, agricultural policy, state support measures, agriculture.

Введение

Агропромышленный комплекс и его базовая отрасль – сельское хозяйство являются для Беларуси ведущими системообразующими сферами экономики, формирующими рынок сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, продовольственную и экономическую безопасность, трудовой и социальный потенциал на территории сельской местности.

Потребность в создании в стране механизма государственного регулирования АПК, включающего весь комплекс мер воздействия на систему экономических отношений, вытекает из места и роли данного сектора в рыночной экономике. Ежегодно сельским хозяйством формируется более 7% валового внутреннего продукта Республики Беларусь и 15% в общем объеме экспорта товаров.

Основная часть

Бюджетное финансирование и льготное кредитование являются основными источниками финансовых ресурсов сельского хозяйства. При формировании и выполнении госпрограмм в бюджетном процессе используется программно-целевой метод.

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь № 347 «О государственной аграрной политике», аграрная политика выступает одним из направлений внутренней политики Республики Беларусь и направлена на обеспечение стимулирования повышения АПК. Данный Указ разделил ме-

ры господдержки на *прямые* и *косвенные* [2].

Прямые меры господдержки реализуются посредством финансирования за счет средств республиканского и (или) местных бюджетов:

1) общегосударственных мероприятий:

- предусмотренных в госпрограммах в агропромышленном комплексе;
- обязательного страхования с господдержкой урожая сельхозкультур, скота и птицы;
- проведения закупочных и товарных интервенций на рынке сельхозпродукции, сырья и продовольствия;
- развитие социальной инфраструктуры сельских территорий и др.;

2) непосредственно субъектов, осуществляющих деятельность в области агропромышленного производства, путем:

- субсидирования деятельности, включая предоставление прямых выплат, производимых на единицу реализованной (произведенной) и (или) направленной в обработку (переработку) сельхозпродукции на территории Беларуси либо на единицу площади земельного участка, голову скота.

Основными правовыми актами в данной области являются:

- Положение о порядке субсидирования деятельности субъектов, осуществляющих деятельность в области агропромышленного производства, утвержденное постановлением Совмина от 09.10.2014 г. № 954, предусматривающее предоставление прямых выплат в виде субсидий, несвязанной поддержки и надбавок;

- Постановление Совмина от 14.01.2020 г. № 17 «О выплатах в виде субсидий на единицу реализованной и (или) направленной в обработку (переработку) сельскохозяйственной продукции».

Для этих целей в банках могут открываться специальные счета, причем независимо от наличия у банков решений (постановлений) о приостановлении операций по счетам организаций. Обращение взыскания по исполнительным и иным документам, являющимся основанием для списания денежных средств со счетов в бесспорном порядке, на такие счета не осуществляется. Арест на них не налагается. Приостановление операций по данным специальным счетам не производится. Однако выручка на них также зачисляться не может.

- компенсации потерь сельскохозяйственных товаропроизводителей при установлении диспаритета цен на промышленную продукцию, работы (услуги), потребляемые указанными производителями, и цен на сельхозпродукцию при условии, что полное или частичное удешевление (компенсация) стоимости сырья, продукции, работ (услуг) и меры регулирования цен на сельхозпродукцию не позволили поддержать паритет указанных цен;

3) компенсации потерь банков и ОАО «Банк развития Республики Беларусь» при выдаче льготных кредитов субъектам, осуществляющим деятельность в области агропромышленного производства.

Косвенные меры господдержки включают:

1) применение льготного (особого) режима налогообложения в сельском хозяйстве. Единый налог для производителей сельскохозяйственной продукции составляет 1 % от валовой выручки;

2) реструктуризацию задолженности перед бюджетом, бюджетом государственного внебюджетного фонда социальной защиты населения Республики Беларусь, банками и иными организациями.

Основными правовыми актами в данной области являются:

- Указ № 348 от 17.07.2014 г. «О мерах по повышению эффективности работы организаций АПК»;
- Указ № 92 от 01.03.2010 г. «О некоторых вопросах сельскохозяйственных организаций»;
- Указ № 268 от 14.07.2016 г. «О создании и деятельности открытого акционерного общества «Агентство по управлению активами» закрепил специальный механизм, предусматривающий:

- приобретение у банков, включая Банк развития, на основании договоров уступки требования активов (основной долг + проценты по кредиту) согласно перечню активов и кредитополучателей, утверждаемому Совмином и Нацбанком;

- участие в установленном порядке в досудебном оздоровлении кредитополучателей;
- предоставление отсрочки (рассрочки) погашения основного долга, а также процентов за пользование кредитами, начисленных Банком развития до даты уступки требования.

– Указ № 253 от 04.07.2016 г. «О мерах по финансовому оздоровлению сельскохозяйственных организаций» предусмотрел механизм, включающий:

- рассрочку погашения задолженности на стадии досудебного оздоровления по налогам и другим платежам в бюджет, ФСЗН, по платежам за газ и электроэнергию;

- льготы при приобретении (аренде, доверительном управлении) инвесторами сельхозпредприятий;

– безвозмездную передачу акций в собственность руководителю сельхозорганизации и др.;

3) предоставление в соответствии с законодательством гарантий Правительства Республики Беларусь, местных исполнительных и распорядительных органов по кредитам, выдаваемым субъектам, осуществляющим деятельность в области агропромышленного производства. Регламентировано Положением о порядке предоставления гарантий Правительства Республики Беларусь по кредитам, выдаваемым банками Республики Беларусь, утвержденное Указом от 30.06.2008 № 359;

4) регулирование цен на сельхозпродукцию, сырье и продовольствие в соответствии с законодательством. Указ № 72 от 25.02.2011 г. определил перечень товаров (работ, услуг), цены (тарифы) на которые регулируются Советом Министров Республики Беларусь, государственными органами (организациями). Цены на сельхозпродукцию, закупаемую для государственных нужд, регулирует Минсельхозпрод (по согласованию с МАРТ);

5) осуществление закупки и переработки сельхозпродукции, сырья и продовольствия для государственных нужд в соответствии с законодательством.

Основными правовыми актами в данной области являются:

– Указ № 117 от 12.04.2017 г. «О закупке продукции растениеводства»;

– Положение о формировании и размещении заказов на поставку товаров для республиканских государственных нужд, утвержденное постановлением Совмина № 437 от 13.06.1994 г. и др [4].

Сельское хозяйство во многих странах поддерживается и субсидируется государством. В Беларуси госрасходы на поддержку сельхозпредприятий с каждым годом сокращаются, но остаются довольно высокими.

Вместе с экономическими формами поддержки сельхозпроизводителей много лет государство пробует административные – фермы и целые хозяйства отдают успешным игрокам рынка или «вешают» на местные предприятия из других отраслей (чаще всего из промышленности), нередко их отдают частникам в довесок к выделенным землям.

Несмотря на то, что массовое присоединение убыточных хозяйств к успешным себя не оправдало, из года в год эта практика сохраняется. Начиная с 2004 г. нерентабельные и убыточные хозяйства передавали промышленным предприятиям и банкам, потом СПК стали преобразовывать в ОАО и коммунальные унитарные предприятия. Тем не менее, эти варианты не помогли проблемным хозяйствам.

Главной причиной, по которой на протяжении многих лет не удастся избавиться от убыточных хозяйств, является ручное управление данным сектором экономики и отсутствие здоровой конкуренции из-за малой доли частных.

Государство поддерживает слабые хозяйства потому, что это единственная возможность обеспечить работой жителей некоторых сельских населенных пунктов. Следовательно, слабым хозяйствам не дают уйти с рынка, а сильных сдерживают и ограничивают, доводя планы, навязывая поставщиков и т.д. К примеру, хозяйство не может отказаться от выращивания нерентабельной, но нужной государству культуры или купить импортную технику вместо отечественной.

Проведенные исследования свидетельствуют, что несмотря на принимаемые государством меры поддержки количество убыточных сельскохозяйственных организаций растет (таблица).

Количество убыточных организаций, единиц

| Убыточная организация | Годы | | | |
|-------------------------------------|------|------|------|-----------------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2019 к 2017 в % |
| Сельскохозяйственные организации | 219 | 246 | 239 | 109,1 |
| Крестьянские (фермерские) хозяйства | 158 | 193 | 216 | 136,7 |

Примечание: расчеты автора на основе источника [5].

Чистая прибыль крупных и средних сельскохозяйственных организаций сократилась с учетом господдержки на 6 %. При этом рентабельность по конечному результату в 2020-м составила 7,2 %, а удельный вес убыточных организаций – 7,7 %. Суммарные долги превысили 15 млрд BYN. Несмотря на периодические списания долга ввиду признания его безнадежным [3].

В рамках Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы прямая государственная поддержка будет оказываться субъектам, осуществляющим деятельность в области агропромышленного производства, и сельскохозяйственным товаропроизводителям [1].

В соответствии с Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года одним из главных критериев развития сельского хозяйства является эффективность и безубыточность. Данная стратегия нацелена на создание прибыльного агробизнеса, основанного на самокупаемости и самофинансировании.

Заключение

В отношении сельского хозяйства Беларуси дополнительно действует такой немаловажный фактор, как господдержка. Сельскому хозяйству Беларуси уделяется особое внимание, при этом значительная часть усилий направляется на поддержание или восстановление платежеспособности и финансовой устойчивости сельскохозяйственных организаций.

Принимаются попытки осуществить финансовое оздоровление сельскохозяйственных организаций посредством их продажи, реорганизации, реструктуризации активов и обязательств. Использовались и законодательство о банкротстве, но в очень небольших масштабах.

Таким образом, создание условий для дальнейшего устойчивого развития АПК является одной из важнейших стратегических целей государственной политики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 01 февраля 2021 г., № 59 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.

2. О государственной аграрной политике: Указ Президента Республики Беларусь, 17 июля 2014 г. № 347 // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.

3. В Беларуси убыточна почти половина сельского хозяйства // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://banki24.by/>. – Дата доступа: 23.02.2021.

4. Овсеико, С. В. Финансовые аспекты деятельности сельхозорганизаций: меры господдержки и льготы при налогообложении // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.

5. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / Отв. за выпуск З. В. Якубовская; Национальный статистический комитет Республики Беларусь – Минск: РУП «ИВЦ Национального статистического комитета», 2020. – 179 с.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.321:631.53.037

СЕЛЕКЦИОННАЯ ОЦЕНКА СРЕДНЕСПЕЛЫХ СОРТООБРАЗЦОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В ПИТОМНИКЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА

Л. И. КОВАЛЕВСКАЯ, В. И. БУШУЕВА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: loleonidia3@gmail.com

(Поступила в редакцию 03.03.2021)

В статье представлены результаты селекционной оценки среднеспелых сортообразцов клевера лугового в питомнике исходного материала в 2017–2019 гг. Было установлено, что сроки наступления фаз развития растений сортообразцов клевера лугового и продолжительность их вегетационного периода находятся в тесной зависимости от метеорологических условий года. Так, в 2017 году фаза бутонизации наступила в зависимости от сортообразца с 23 по 27 июня, фаза цветения – с 2 по 8 июля, фаза созревания – с 30 августа по 2 сентября, что почти на декаду позже обычных сроков. Вегетационный период был самым продолжительным и варьировал по сортообразцам от 146 до 149 дней. В 2018 году в фазу бутонизации сортообразцы вступили в период с 9 по 11 июня, цветения – с 15 по 17 июня, созревания семян – с 22 по 26 июля. Вегетационный период был самым коротким за годы исследований и составил по сортообразцам 108–113 дней. В 2019 году в фазу бутонизации сортообразцы вступили с 4 по 6 июня, цветения – с 9 по 12 июня, фаза созревания наступила 13–16 августа. Вегетационный период составил в зависимости от сортообразца 130–132 дня и в сравнении с другими годами исследований имел промежуточный показатель.

В результате проведенной селекционной оценки сортообразцов клевера лугового в питомнике исходного материала, были выделены источники высокой урожайности зеленой массы, облиственности, содержания сухого вещества в зеленой массе и урожайности семян.

Урожайность зеленой массы оценивали дифференцированно по каждому укосу и в сумме за период вегетации в годы проведения исследований. В среднем за три года урожайность варьировала по сортообразцам от 4,8 до 7,1 кг/м², наиболее высокой урожайностью характеризовались сортообразцы СГП-среднеспелый (6,6 кг/м²), Гибрид №1 (6,6 кг/м²) и Т-100-6 (7,1 кг/м²), которые представляют практическую ценность в качестве источников данного признака для селекции высокоурожайных по зеленой массе среднеспелых сортообразцов.

Источником высокой облиственности являются сортообразцы: В-118 (43,2 %) и Сегур (44,5 %), а высокого содержания сухого вещества в зеленой массе – В-118 (19,1 %), Смоленский 36 (19,7 %), В-80 (21,0 %).

В качестве источников высокой урожайности семян могут служить сортообразцы Витебчанин (17,5 г/м²), Амос (17,5 г/м²), Среднеспелый (19,3 г/м²) и Уна (20,5 г/м²), превысившие контрольный сорт Сегур на 1,7 – 4,7 г/м².

Выделенные сортообразцы рекомендуются в качестве источников изучаемых хозяйственно полезных признаков для селекции высокопродуктивных сортов клевера лугового среднеспелого типа.

Ключевые слова: клевер луговой, сортообразцы, питомник исходного материала, источники, урожайность, облиственность, сухое вещество.

The article presents results of selection assessment of mid-season cultivars of meadow clover in the nursery of initial material in 2017–2019. It was found that the timing of onset of development phases of meadow clover variety samples and the duration of their growing season are closely dependent on the meteorological conditions of the year. So, in 2017, the budding phase began, depending on the variety, from June 23 to 27, the flowering phase – from July 2 to 8, the ripening phase – from August 30 to September 2, which is almost ten days later than usual. The growing season was the longest and varied according to the variety from 146 to 149 days. In 2018, the varieties entered the budding phase from June 9 to 11, flowering phase – from June 15 to 17, seed ripening phase – from July 22 to 26. The growing season was the shortest in the years of research and amounted to 108–113 days according to the variety. In 2019, the varieties entered the budding phase from 4 to 6 June, flowering phase – from 9 to 12 June, the ripening phase began on 13–16 August. The growing season was 130–132 days, depending on the variety, and in comparison with other years of research had an intermediate indicator.

As a result of selection assessment of cultivars of meadow clover in the nursery of initial material, sources of high yield of green mass, leafiness, dry matter content in green mass and seed yield were identified.

The yield of green mass was assessed differentially for each cut and in total for the growing season in the years of research. On average, over three years, the yield varied by variety from 4.8 to 7.1 kg / m², the highest yield was characteristic of the varieties

SGP-mid-season (6.6 kg / m²), Hybrid No. 1 (6.6 kg / m²) and T-100-6 (7.1 kg / m²), which are of practical value as sources of this trait for breeding mid-season varieties with high yield of green mass.

The source of high foliage is the variety samples: B-118 (43.2 %) and Segur (44.5 %), and the high dry matter content in green mass – B-118 (19.1 %), Smolenskii 36 (19.7%), B-80 (21.0 %).

We selected the following varieties that can be sources of high seed yield: Vitebchanin (17.5 g / m²), Amos (17.5 g / m²), Mid-season (19.3 g / m²) and Una (20.5 g / m²), which exceeded control variety Segur by 1.7-4.7 g / m².

The selected cultivars are recommended as sources of studied economically useful traits for the selection of highly productive cultivars of mid-ripening meadow clover.

Key words: meadow clover, variety samples, nursery of source material, sources, yield, foliage, dry matter.

Введение

Эффективность развития животноводства, рост объемов производства животноводческой продукции и снижение ее себестоимости непосредственно зависит от обеспеченности высококачественными кормовыми ресурсами и организации полноценного кормления.

Одним из видов кормовых ресурсов являются многолетние бобовые травы, среди которых особую значимость имеет клевер луговой. Как многолетняя бобовая трава клевер луговой может служить источником высокого содержания растительного белка в кормовом рационе [1, 3, 5, 9].

Возделывание клевера лугового в условиях производства позволит: сбалансировать кормовую единицу по белку; оставить в почве корневых и пожнивных остатков, эквивалентных по действию 20–25 т органических удобрений на 1 га; увеличить площади хороших предшественников для зерновых, обеспечивающих прибавку урожайности зерна на 2,0–3,5 ц с 1 га; уменьшить затраты на химические средства защиты растений; в связи с многолетним использованием травостоя, не требующего ежегодного посева и обработки почвы снизить затраты трудовых и энергетических ресурсов [1, 2, 4, 6, 7, 8, 9]. Важное значение для производства имеет и разнообразие сортов по группам спелости.

Следует отметить, что клевер луговой характеризуется широким спектром изменчивости по длине вегетационного периода, что позволяет создавать высокопродуктивные сорта разных групп спелости. На современном этапе в Государственном реестре сортов Республики Беларусь уже имеются сорта пяти групп спелости: раннеспелые, среднераннеспелые, среднеспелые, среднепозднеспелые и позднеспелые, которые различаются между собой не только по длине вегетационного периода, но и динамикой формирования травостоя. Благодаря этому их можно успешно использовать в условиях производства для организации зеленого конвейера высокопитательных белковых кормов для скормливания животным на протяжении всего периода вегетации.

Особенности роста и развития сортов разных групп спелости требуют специфического подхода в селекционной работе. Наши исследования посвящены селекционной работе по созданию сортов среднеспелой группы, которые характеризуются ярово-озимым типом развития. В первый год жизни они формируют куст с цветущими и не цветущими стеблями со средней и крупной розеткой. На второй год жизни или первый год пользования травостоем на главном стебле в фазе цветения формируется в среднем 6–8 междоузлий. Цветение начинается в третьей декаде июня и за период вегетации формируется два полноценных укоса зеленой массы. Гарантированное получение семян возможно с первого укоса, однако при очень благоприятных метеорологических условиях можно получить семена и со второго укоса. Хозяйственное использование травостоя возможно на протяжении 2–3 лет [3]. Важным этапом селекционного процесса по созданию таких сортов является оценка исходного материала. Поэтому целью данной работы было дать селекционную оценку среднеспелым сортообразцам клевера лугового в коллекционном питомнике и выделить источники наиболее значимых хозяйственно полезных признаков и свойств для селекции.

Основная часть

Исследования проводились на опытном поле селекционно-генетической лаборатории УО БГСХА в 2017–2019 гг. Объектами исследований служили 17 среднеспелых сортообразцов клевера лугового различного селекционного и эколого-географического происхождения в коллекционном питомнике. Закладка питомника, наблюдения, учеты и оценки проводились в соответствии с методическими указаниями ВНИИ кормов имени В. Р. Вильямса. Площадь делянки 1 м², повторность 2-кратная с рендомизированным размещением. Посев рядовой с шириной междурядий 30 см. Учеты и наблюдения за сортообразцами проводились на травостоях второго года жизни или первого года пользования.

В одном повторении учитывали урожайность зеленой массы по укосам, содержание сухого вещества в зеленой массе и его урожайность, облиственность растений, а во втором проводили фенологические наблюдения, анализ элементов структуры и учет урожайности семян. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом вариационного анализа.

Метеорологические условия в период проведения исследований резко отличались от среднесуточных показателей и по годам, что позволило оценивать стабильность сортообразцов по изучаемым признакам и свойствам.

В 2017 г. метеорологические условия характеризовались снижением суммы среднесуточных температур в мае на 36,2 °С, в июне на 21,0 °С по отношению к среднесуточной. В июле также была холодная погода, с суммой температур на 23,6 °С ниже средней многолетней. В конце второй декады июля и в августе наблюдалось продолжительное и обильное выпадение осадков при прохладной погоде. Сложившиеся метеорологические условия способствовали увеличению продолжительности межфазных периодов и фаз развития растений. Так, фаза бутонизации наступила в зависимости от сортообразца с 23 по 27 июня, фаза цветения – с 2 по 8 июля, фаза созревания – с 30 августа по 2 сентября, что почти на декаду позже обычных сроков (табл. 1).

Таблица 1. Фенологические наблюдения за сортообразцами клевера лугового в питомнике исходного материала (2017–2019 гг.).

| Год исследований | Фаза бутонизации | | Фаза цветения | | Фаза созревания | | Вегетационный период, дней | |
|------------------|------------------|-------|---------------|-------|-----------------|-------|----------------------------|-----|
| | min | max | min | max | min | max | min | max |
| 2017 | 23.06 | 27.06 | 2.07 | 8.07 | 30.08 | 2.09 | 146 | 149 |
| 2018 | 9.06 | 11.06 | 15.06 | 17.06 | 22.07 | 26.07 | 108 | 113 |
| 2019 | 4.06 | 6.06 | 9.06 | 12.06 | 13.08 | 16.08 | 130 | 132 |

Вегетационный период от начала весеннего отрастания до созревания семян был самым продолжительным за все годы исследований и составил по сортообразцам 146–149 дней.

Метеорологические условия 2018 г., наоборот характеризовались превышением суммы среднесуточных температур в мае – июле на 11,0–100,5 °С по сравнению со среднесуточными показателями. При этом наблюдалось обильное выпадение осадков, что весьма положительно сказалось на росте и развитии растений в период от начала отрастания до фазы цветения. Так в фазу бутонизации растения вступили в период с 9 по 11 июня, что на 14–16 дней раньше, чем в 2017 году. Через 6 дней, в период с 15 по 17 июня отмечена фаза цветения. В последующий период благодаря теплой и сухой погоде проходило очень дружное созревание семян, которое наступило в необычно ранние сроки с 22 по 26 июля. Вегетационный период был самым коротким за годы исследований и составил по сортообразцам 108–113 дней, что на 36–38 дней раньше по сравнению с предыдущим годом.

В 2019 г. в связи со значительным превышением суммы среднесуточных температур в мае–июне (+52,3...+117,7 °С) наблюдался интенсивный рост сортообразцов клевера лугового которые в самые ранние сроки с 4 по 6 июня вступили в фазу бутонизации, а в период с 9 по 12 июня отмечена ранняя фаза цветения. В дальнейшем погода резко изменилась, в июле–августе установилась влажная и прохладная погода, осадков выпало на много выше нормы (33, 1 мм), а сумма среднесуточных температур была ниже средней многолетней на 66,6 °С. У растений клевера лугового наблюдался интенсивный рост вегетативной массы, фаза созревания сортообразцов затянулась и наступила не через 30–40 дней как при обычных условиях, а через 58–62 дня (13–16 августа). В результате вегетационный период составил в зависимости от сортообразца 130–132 дня и в сравнении с другими годами исследований имел промежуточный показатель.

Таким образом, нами установлено, что сроки наступления фаз развития растений сортообразцов клевера лугового и продолжительность их вегетационного периода находится в тесной зависимости от метеорологических условий года.

Важнейшим показателем селекционной оценки сортообразцов клевера лугового является урожайность зеленой массы. Этот показатель в наших исследованиях варьировал по сортообразцам и в зависимости от условий года. Урожайность зеленой массы изучаемых сортообразцов оценивали дифференцированно по каждому укосу и в сумме за период вегетации в годы проведения исследований.

Так, в 2017 г. урожайность зеленой массы в первом укосе варьировала по сортообразцам в пределах от 2,3 кг/м² (В-118) до 4,6 кг/м² (Уна). В среднем по всем сортообразцам этот показатель составил 3,6 кг/м². Лучшими оказались сортообразцы Минский мутант (4,5 кг/м²) и Уна (4,6 кг/м²) (табл.2).

Во втором укосе урожайность в зависимости от сортообразца варьировала от 0,8 до 2,2 кг/м². Средняя урожайность по сортообразцам составила 1,5 кг/м², наиболее урожайными оказались Уна (2,2 кг/м²), Амос и Минский мутант (2,0 кг/м²). В сумме за два укоса урожайность варьировала в зависимости от сортообразца в пределах от 3,1 до 6,8 кг/м² (V = 12,3 %), более высокоурожайными были сортообразцы Т-100-6 (6,0 кг/м²), Минский мутант (6,5 кг/м²) и Уна (6,8 кг/м²), превышение над контролем которых составило 0,8–1,6 кг/м².

Таблица 2. Урожайность зеленой массы среднеспелых сортов и сортообразцов клевера лугового в питомнике исходного материала 2017–2019 гг.

| Сорта и сортообразцы | Урожайность зеленой массы, кг/м ² | | | | | | | | | Среднее |
|----------------------|--|----------|-------|----------|----------|-------|----------|----------|-------|---------|
| | 2017 г. | | | 2018 г. | | | 2019 г. | | | |
| | 1-й укос | 2-й укос | Всего | 1-й укос | 2-й укос | Всего | 1-й укос | 2-й укос | Всего | |
| Сегур контроль | 3,8 | 1,4 | 5,2 | 3,2 | 1,6 | 4,8 | 4,0 | 1,8 | 5,8 | 5,3 |
| Среднеспелый | 4,0 | 1,2 | 5,2 | 3,2 | 1,2 | 4,4 | 3,2 | 1,5 | 4,7 | 4,8 |
| T-100 | 4,0 | 1,8 | 5,8 | 4,4 | 2,6 | 7,0 | 3,6 | 2,3 | 5,9 | 6,2 |
| T-100-6 | 4,2 | 1,8 | 6,0 | 5,4 | 2,2 | 7,6 | 4,7 | 3,0 | 7,7 | 7,1 |
| Минский мутант | 4,5 | 2,0 | 6,5 | 4,2 | 2,0 | 6,2 | 3,0 | 1,3 | 4,3 | 5,7 |
| СД-24 | 4,0 | 1,4 | 5,4 | 5,0 | 1,7 | 6,7 | 3,8 | 2,3 | 6,1 | 6,1 |
| Гибрид №1 | 4,2 | 1,0 | 5,2 | 6,6 | 2,1 | 8,7 | 4,0 | 1,8 | 5,8 | 6,6 |
| Смоленский 36 | 4,0 | 1,6 | 5,6 | 5,6 | 1,0 | 6,6 | 4,4 | 2,3 | 6,7 | 6,3 |
| СГП-среднеспелый | 3,8 | 1,4 | 5,2 | 6,0 | 1,2 | 7,2 | 4,8 | 2,5 | 7,3 | 6,6 |
| Витебчанин | 4,0 | 1,4 | 5,4 | 4,4 | 2,1 | 6,5 | 3,2 | 2,2 | 5,4 | 5,8 |
| Амос | 3,6 | 2,0 | 5,6 | 4,6 | 1,1 | 5,7 | 3,4 | 1,9 | 5,3 | 5,5 |
| Орфей | 3,2 | 1,8 | 5,0 | 5,2 | 2,0 | 7,2 | 4,2 | 2,0 | 6,2 | 6,1 |
| Уна | 4,6 | 2,2 | 6,8 | 5,2 | 2,0 | 7,2 | 3,0 | 1,3 | 4,3 | 6,1 |
| Титус | 3,2 | 1,6 | 4,8 | 4,8 | 1,2 | 6,0 | 3,6 | 1,4 | 5,0 | 5,3 |
| B-75 | 3,0 | 1,4 | 4,4 | 5,0 | 2,3 | 7,3 | 4,2 | 2,0 | 6,2 | 6,0 |
| B-80 | 3,0 | 1,0 | 4,0 | 4,8 | 1,5 | 6,3 | 3,6 | 1,8 | 5,4 | 5,2 |
| B-118 | 2,3 | 0,8 | 3,1 | 4,8 | 2,0 | 6,8 | 3,6 | 1,3 | 4,9 | 4,9 |
| X min | 2,3 | 0,8 | 3,1 | 3,2 | 1,0 | 4,4 | 3,0 | 1,3 | 4,3 | 4,8 |
| X max | 4,6 | 2,2 | 6,8 | 6,6 | 2,6 | 8,7 | 4,8 | 3,0 | 7,7 | 7,1 |
| \bar{X} | 3,6 | 1,5 | 5,3 | 4,8 | 1,8 | 6,5 | 3,8 | 1,9 | 5,6 | 5,8 |
| S | 0,5 | 0,3 | 0,6 | 0,8 | 0,4 | 0,9 | 0,5 | 0,4 | 0,9 | 0,6 |
| V, % | 12,7 | 21,1 | 12,3 | 16,5 | 24,9 | 14,5 | 12,7 | 19,8 | 15,7 | 10,7 |
| $S_{\bar{x}}$ | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| $s_{\bar{x}}$, % | 3,0 | 5,0 | 2,9 | 3,9 | 5,9 | 3,4 | 3,0 | 4,7 | 3,7 | 2,5 |

В 2018 г. урожайность зеленой массы в первом укосе составила по сортообразцам 3,2–6,6 кг/м² (V = 16,5 %), во втором – 1,0–2,6 кг/м² (V = 24,9 %). Наиболее урожайным в первом укосе был сортообразец Гибрид №1 (6,6 кг/м²), во втором укосе T-100 (2,6 кг/м²). Общая урожайность за два укоса варьировала от 4,4 до 8,7 кг/м², наиболее высокой урожайностью характеризовался сортообразец Гибрид №1 (8,7 кг/м²), превышение которого над контрольным сортом Сегур составило 3,9 кг/м².

Урожайность сортообразцов клевера лугового в 2019 г. варьировала в первом укосе от 3,0 до 4,8 кг/м² (V = 12,7 %), во втором – от 1,3 до 3,8 кг/м² (V = 19,8 %). Самыми высокоурожайными в первом укосе были сортообразцы T-100-6 (4,7 кг/м²) и СГП-среднеспелый (4,8 кг/м²), а во втором укосе – T-100-6 (3,0 кг/м²). По результатам двух укосов наиболее высокой урожайностью зеленой массы обладали сортообразцы Смоленский 36 (6,7 кг/м²), СГП-среднеспелый (7,3 кг/м²) и T-100-6 (7,7 кг/м²) превысившие контроль на 0,9–1,9 кг/м². В среднем за три года урожайность варьировала по сортообразцам от 4,8 до 7,1 кг/м², наиболее высокой урожайностью характеризовались сортообразцы СГП-среднеспелый (6,6 кг/м²), Гибрид №1 (6,6 кг/м²) и T-100-6 (7,1 кг/м²), которые представляют практическую ценность в качестве источников данного признака для селекции высокоурожайных по зеленой массе среднеспелых сортообразцов.

Важным селекционным признаком у сортообразцов клевера лугового является облиственность, от которой зависит качество и питательность кормовой массы. В результате проведенной оценки было установлено, что варьирование данного признака в зависимости от сортообразца находилось в пределах от 32,9 до 44,5 %. Наиболее высокими показателями облиственности характеризовались сортообразцы B-118 (43,2 %) и Сегур (44,5 %) (рис. 1).

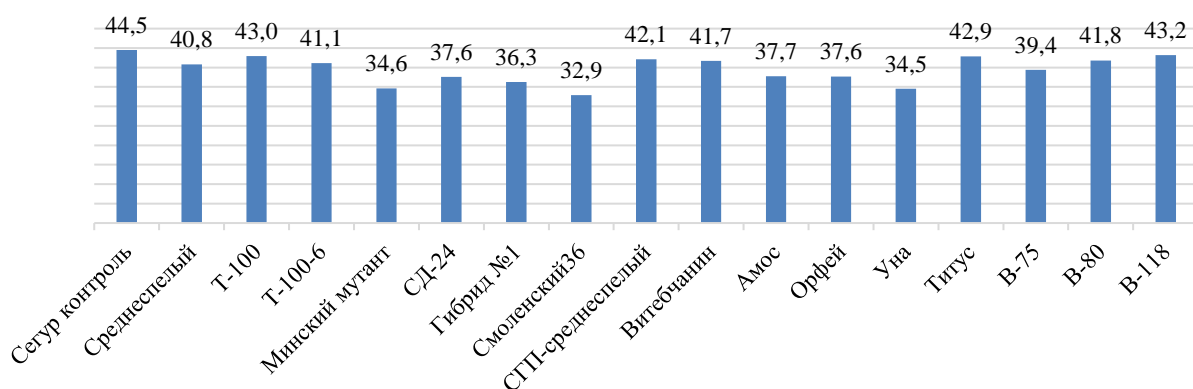


Рис. 1. Облиственность (%) сортообразцов клевера лугового в среднем за 2017–2019 гг.

Значимым селекционным признаком является содержание сухого вещества в зеленой массе, которое влияет на зимостойкость клевера лугового. В наших исследованиях этот показатель варьировал в зависимости от сортообразца в пределах от 12,8 до 21,0 %. Наиболее высоким содержанием сухого вещества характеризовались сортообразцы В-118 (19,1 %), Смоленский 36 (19,7 %), В-80 (21,0 %) (рис. 2).

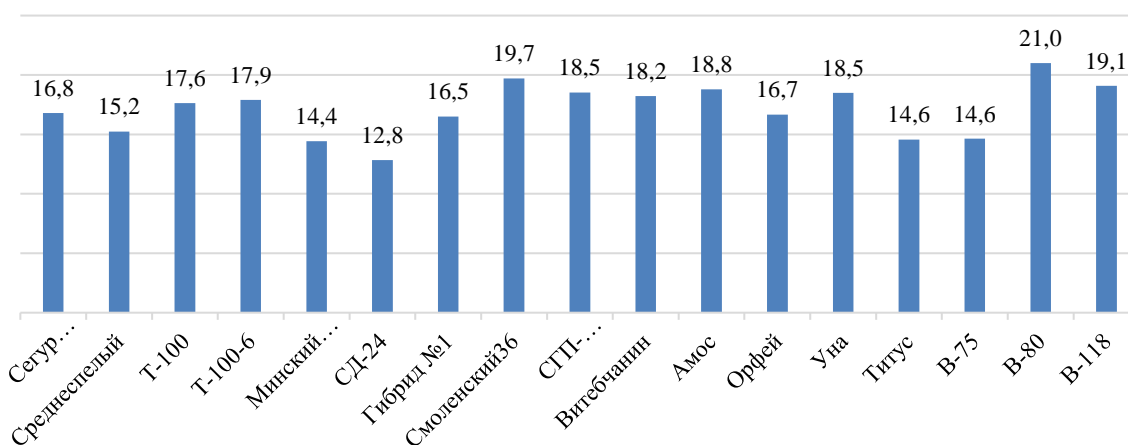


Рис. 2. Содержание сухого вещества (%) в сортообразцах клевера лугового в среднем за 2017–2019 гг.

Актуальной проблемой селекции клевера лугового является создание сортов с высокой семенной продуктивностью. Урожайность семян во многом зависит от генотипа сорта, но определенное влияние оказывают и метеорологические условия в период цветения и формирования семян. Об этом свидетельствуют результаты исследований ученых В. И. Антонова, В. А. Шавкуновой и др., которые установили тесную корреляционную связь между урожайностью семян и суммой эффективных температур в период цветения ($r=0,76 - 0,90$). Некоторые исследователи осуществили прогноз на урожайность семян в зависимости от погодных условий, учитывая сумму температур в период цветения, количество осадков, солнечную радиацию и место произрастания над уровнем моря [3].

Применительно к условиям проведения наших исследований, последние три года удивительно точно отражают влияние метеоусловий года возделывания клевера лугового на урожайность семян.

Так, в 2017 г. в период активного цветения (1–2 декада июля), установилась комфортная температура (17–19 °С) и незначительное количество осадков, выпавшее в этот период (40,2 мм) способствовали активному опылению соцветий насекомыми. Средняя урожайность семян изучаемых сортообразцов составила 19,9 г/м². Наиболее высокой урожайностью характеризовались сортообразцы Амос (28,7 г/м²), Титус (30,6 г/м²) и Уна (33,1 г/м²) (рис. 3).

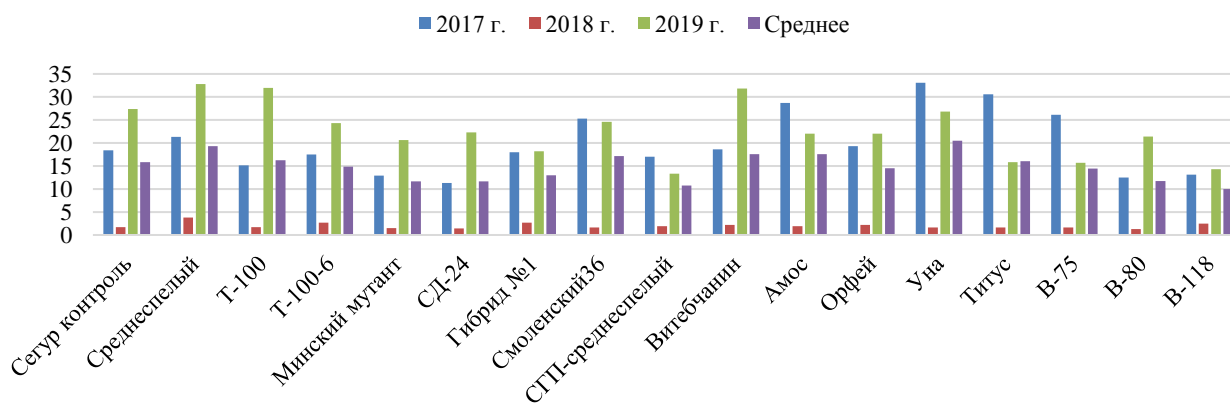


Рис. 3. Семенная продуктивность раннеспелых сортообразцов клевера лугового (г/м²) в 2017–2019 гг.

2018 г. напротив, вследствие сложившихся метеорологических условий, характеризовался рекордно низкой урожайностью семян. Что связано с тем фактом, что в период цветения клевера лугового, начиная с третьей декады июня и до окончания третьей декады июля наблюдалось выпадение обильных и продолжительных осадков. Количество выпавших осадков за этот период составило + 90,6 мм к среднегодовому норму. Как следствие, эти метеорологические условия, значительно снизили активность лета шмелей, и соответственно опыляемость соцветий клевера лугового. Средняя урожайность семян составила 1,9 г/м². Самой высокой урожайностью характеризовались сортообразцы В-118 (2,5 г/м²), Гибрид №1 (2,7 г/м²), Т-100-6 (2,7 г/м²) и Среднеспелый (2,7 г/м²).

В 2019 г. во 2–3 декаде июля также выпало количество осадков превышающее среднегодовое показатели: во второй декаде на + 31,4, а в третьей на + 33,1 мм, но так как они в основном были непродолжительными, это не оказало такого отрицательного влияния на завязываемость семян, как в 2018 г. Средняя урожайность семян в 2019 году варьировала по сортообразцам от 13,3 до 32,8 г/м². Высокой семенной продуктивностью характеризовались сортообразцы Витебчанин (31,8 г/м²), Т-100 (32,0 г/м²), Среднеспелый (32,8 г/м²), превысившие контроль на 4,4–5,4 г/м².

Анализ данных по результатам трехлетних исследований позволил выделить источники высокой семенной продуктивности: Витебчанин (17,5 г/м²), Амос (17,5 г/м²), Среднеспелый (19,3 г/м²) и Уна (20,5 г/м²) превышение над контролем которых составило соответственно 1,7–4,7 г/м².

Закключение

В результате проведенной селекционной оценки сортообразцов клевера лугового в питомнике исходного материала было установлено, что сроки наступления фаз развития растений сортообразцов клевера лугового и продолжительность их вегетационного периода находятся в тесной зависимости от метеорологических условий года. Так, в 2017 году фаза бутонизации наступила в зависимости от сортообразца с 23 по 27 июня, фаза цветения – с 2 по 8 июля, фаза созревания – с 30 августа по 2 сентября, что почти на декаду позже обычных сроков. Вегетационный период был самым продолжительным и варьировал по сортообразцам от 146 до 149 дней. В 2018 году в фазу бутонизации сортообразцы вступили в период с 9 по 11 июня, цветения – с 15 по 17 июня, созревания семян – с 22 по 26 июля. Вегетационный период был самым коротким за годы исследований и составил по сортообразцам 108–113 дней. В 2019 году в фазу бутонизации сортообразцы вступили с 4 по 6 июня, цветения – с 9 по 12 июня, фаза созревания наступила 13–16 августа. Вегетационный период составил в зависимости от сортообразца 130–132 дня и в сравнении с другими годами исследований имел промежуточный показатель.

Выделены источники высокой урожайности зеленой массы, облиственности, содержания сухого вещества в зеленой массе и урожайности семян.

Так, высокой урожайностью зеленой массы характеризуются сортообразцы: СГП-среднеспелый (6,6 кг/м²), Гибрид №1 (6,6 кг/м²) и Т-100-6 (7,1 кг/м²) превысившие контрольный сорт на 1,3–1,8 кг/м².

Источником высокой облиственности являются сортообразцы: В-118 (43,2 %) и Сегур (44,5 %), а высокого содержания сухого вещества в зеленой массе – В-118 (19,1 %), Смоленский 36 (19,7 %), В-80 (21,0 %).

В качестве источников высокой урожайности семян могут служить сортообразцы Витебчанин (17,5 г/м²), Амос (17,5 г/м²), Среднеспелый (19,3 г/м²) и Уна (20,5 г/м²), превысившие контрольный сорт Сегур на 1,7–4,7 г/м².

Выделенные сортообразцы можно рекомендовать в качестве источников изучаемых хозяйственно полезных признаков для селекции высокопродуктивных сортов клевера лугового среднеспелого типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бушуева, В. И. Селекция клевера лугового различных типов спелости в Беларуси: монография / В. И. Бушуева, Л. И. Ковалевская. – Горки: БГСХА, 2021. – 127 с.
2. Бушуева, В. И. Окультуривание, распространение и значение клевера лугового / В.И. Бушуева // Земляробства і ахова раслін. – 2006. – № 6 (49). – С. 33–36.
3. Ковалевская, Л. И. Создание нового исходного материала для селекции клевера лугового различных групп спелости: дис. ... канд. с.-х. наук: 06. 01. 05 / Л. И. Ковалевская; БГСХА. – Горки, 2019. – 224 с.
4. Ковалевская, Л. И. Оценка исходного материала клевера лугового по хозяйственно полезным признакам в коллекционном питомнике / Л. И. Ковалевская, В. И. Бушуева // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2015. – № 4. – С. 70–76.
5. Ковалевская, Л. И. Селекционная оценка исходного материала для создания раннеспелых сортов клевера лугового / Л. И. Ковалевская, В. И. Бушуева, М. В. Любезная // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2020. – № 4. – С. 77–81.
6. Новоселов, М. Ю. Селекция клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) / М. Ю. Новоселов. – М., 1999. – 184 с.
7. Новоселов, М. Ю. Результаты и перспективы экологической селекции клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) / М. Ю. Новоселов [и др.] // Кормопроизводство. – 2007. – № 9. – С. 16 – 18.
8. Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового: результаты 25-летних исследований творческого объединения ТОО «Клевер» / ВНИИК им. В. Р. Вильямса; под ред. А. С. Новоселовой [и др.]. – М.: ООО «Эльф ИПР», 2012. – 288 с.
9. Яковчик, Н. С. Организация сельскохозяйственного производства: учеб. пособие / Н. С. Яковчик, Н. Н. Котковец, П. И. Малихтарович; под общ. ред. проф. Н. С. Яковчика. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016 – 598 с.

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЗЕРНА ЖЕЛТОГО ЛЮПИНА В КОНКУРСНОМ СОРТОИСПЫТАНИИ

Д. В. ГАТАЛЬСКАЯ, Ю. С. МАЛЫШКИНА, Е. В. РАВКОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: dashahatalskaya95@gmail.com

(Поступила в редакцию 09.03.2021)

В настоящее время для решения существующей проблемы дефицита кормового белка в Республике Беларусь ключевое значение отводится бобовым культурам. Самым высокобелковым и менее требовательным к почвенным условиям представителем из возделываемых видов бобовых является люпин желтый с содержанием сырого протеина в зерне 35–45 %. Помимо легкоусвояемого протеина, люпин содержит в своем составе жиры, углеводы, микро- и макроэлементы, витамины, что делает его перспективной кормовой культурой.

Перспективные сортообразцы, полученные на кафедре селекции и генетики УО БГСХА, имеют урожайность на уровне 22,8–37,7 ц/га, а выход белка с 1 га составляет 9,5–15,2 ц/га при содержании сырого протеина в зерне 39,75–43,81 %.

При обрушении зерна и получении ядра содержание сырого протеина увеличивается на 7,7–11,64 %, а содержание клетчатки, показатель, который ограничивает использование бобовых культур в кормлении свиней и птицы, уменьшается в 2,2–3,5 раза и составляет 4,73–7,39 %.

В статье представлен также химический состав зерна сортообразцов желтого люпина в конкурсном сортоиспытании в среднем за 2017–2020 гг.

Таким образом, анализ основных биохимических показателей зерна желтого люпина показывает, что он является высокобелковой эффективной составляющей для кормления сельскохозяйственных животных и птицы. Дальнейшая селекционная работа с полученными сортообразцами позволит создать отечественные сорта с достаточно высокой урожайностью зерна и сбором белка с 1 га, что даст возможность получать дешевый экологически чистый белок на менее плодородных почвах, уменьшить объем импорта сои, а получаемая продукция будет более конкурентоспособной из-за низкой себестоимости производства.

Ключевые слова: люпин желтый, сырой протеин, качественный состав.

At present, for the solution of the existing problem of deficit of fodder protein in the Republic of Belarus, legumes are of key importance. The most high-protein and less demanding to soil conditions representative of the cultivated legume species is yellow lupine with a crude protein content of 35–45 % in the grain. In addition to easily digestible protein, lupine contains fats, carbohydrates, micro- and macroelements, vitamins, which makes it a promising fodder crop.

Prospective cultivars obtained at the Department of Breeding and Genetics of Belarusian State Agricultural Academy have a yield of 2.28–3.77 t/ha, and the protein yield per hectare is 0.95–1.52 t/ha with a crude protein content in grain of 39.75–43.81 %.

When the grain collapses and the kernel is obtained, the content of crude protein increases by 7.7–11.64 %, and the fiber content, an indicator that limits the use of legumes in feeding pigs and poultry, decreases 2.2–3.5 times and is 4.73–7.39 %.

The article also presents the chemical composition of grain of yellow lupine varieties in competitive variety testing on average for 2017–2020.

Thus, the analysis of the main biochemical parameters of yellow lupine grain shows that it is a high-protein effective component for feeding farm animals and poultry. Further selection work with the obtained variety samples will make it possible to create domestic varieties with a sufficiently high grain yield and protein harvest from 1 hectare, which will make it possible to obtain cheap ecologically pure protein on less fertile soils, reduce the volume of soybean imports, and the resulting products will be more competitive due to the low cost of production.

Key words: yellow lupine, crude protein, qualitative composition.

Введение

В настоящее время недостаток белка в кормопроизводстве, по различным оценкам, составляет 25–30 % от общей потребности в нем. Из-за недостатка белка в рационе или его плохого качества нарушается нормальная жизнедеятельность организма животного. Поэтому ликвидация дефицита кормового белка — стратегическая задача при организации научно обоснованного кормления животных [1].

Одним из основных источников растительного белка с хорошим аминокислотным составом является люпин. По биологической ценности протеин зерна люпина близок к сое. Кроме легкоусвояемого протеина, люпин имеет в своем составе жиры, углеводы, минеральные элементы, витамины, что делает его перспективной кормовой культурой [2, 3].

Культура люпина — уникальная многофункциональная культура, обладающая огромным биологическим — средообразующим, почвоулучшающим, ресурсоэнергосберегающим и природоохранным, а также экономическим потенциалом в сельскохозяйственном производстве как ценная кормовая, пищевая и сидеральная культура.

Возделываемые виды люпина имеют фундаментальное значение для увеличения производства высокобелковых и энергонасыщенных кормов, развития экологического земледелия, повышения устойчивости функционирования агроценоза как важнейшей составляющей биосферы. В симбиозе с *Rhizobium lupini* люпин способен накапливать на гектаре посева от 150 до 400 кг атмосферного азота и поэтому становится практически независимым от запасов азота в почве. Кроме того, корневая система люпина способна разлагать труднодоступные для других растений фосфаты почвы, что позволяет обеспечить потребность в фосфорном питании и улучшать фосфатный режим почвы и извлекать макро- и микроэлементы из подпочвы. Люпин как ни одна другая культура, может обходиться без удобрений, что дает ему значительное преимущество по сравнению с другими зернобобовыми культурами [4].

Из возделываемых видов люпина только желтый может конкурировать на бедных почвах и его возделывание экономически выгодно, а на более плодородных почвах он уступает белому и узколистному люпину. В настоящее время он незаслуженно забыт из-за сильного поражения антракнозом. Создание с толерантными свойствами даст возможность реализовать его биологические особенности: высокое содержание белка в зерне и самое высокое накопление биологического азота в почве из-за чего его потенциал семенной продуктивности ниже других возделываемых видов. Вместе с тем он по сбору белка не уступает белому и узколистному люпину.

Целью наших исследований являлась оценка перспективных сортообразцов люпина желтого в конкурсном сортоиспытании по урожайности зерна и его качественному составу.

Основная часть

Питомник конкурсного сортоиспытания закладывался в четырехкратной повторности, учётная площадь делянки составляла 7 м².

Оценка перспективных сортообразцов люпина желтого по качественному и количественному составу зерна проводилась в химико-экологической и испытательной лаборатории семян по стандартным методикам.

Урожайность зерна перспективных сортообразцов в конкурсном сортоиспытании варьировала от 22,8 до 37,7 ц/га и достоверно превышала контрольный сорт Владко, урожайность которого в среднем составила 18,2 ц/га (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность зерна и сбор белка у сортообразцов желтого люпина в среднем за 2017–2020 гг. в КСИ

| № | Сортообразец | Урожайность, ц/га | Сырой протеин | | Сбор белка с 1 га, ц/га |
|----|----------------------|-------------------|---------------|---------------|-------------------------|
| | | | % | содержание | |
| 1 | Владко (контроль) | 18,2 | 40,89 | высокое | 7,4 |
| 2 | Еврантус | 34,8 | 40,86 | высокое | 14,2 |
| 3 | БГСХА 67 | 33,4 | 43,02 | высокое | 14,4 |
| 4 | БГСХА 81 | 32,3 | 42,36 | высокое | 13,7 |
| 5 | БГСХА 82 | 22,8 | 41,61 | высокое | 9,5 |
| 6 | БГСХА 87 | 29,9 | 39,75 | высокое | 11,9 |
| 7 | БГСХА 88 | 33,6 | 43,81 | высокое | 14,7 |
| 8 | БГСХА 89 | 37,7 | 40,33 | высокое | 15,2 |
| 9 | БГСХА 91 | 31,9 | 41,77 | высокое | 13,3 |
| 10 | БГСХА 92 | 32,9 | 41,15 | высокое | 13,5 |
| 11 | БГСХА 97 | 23,9 | 42,88 | высокое | 10,2 |
| 12 | БГСХА 99 | 25,9 | 44,70 | высокое | 11,6 |
| 13 | БГСХА 81(ядро)* | 19,2 | 54,0 | Очень высокое | 10,4 |
| 14 | БГСХА 81 (оболочка)* | 6,0 | 7,5 | низкое | 0,5 |
| 15 | БГСХА 82 (ядро)* | 17,3 | 52,9 | Очень высокое | 9,1 |
| 16 | БГСХА 82 (оболочка)* | 5,4 | 9,1 | низкое | 0,5 |
| 17 | БГСХА 99 (ядро)* | 18,6 | 52,4 | Очень высокое | 9,7 |
| 18 | БГСХА 99 (оболочка)* | 5,8 | 9,5 | низкое | 0,6 |

Сортообразец БГСХА 82 характеризуется эпигональным типом ветвления и уступает по урожайности сортообразцам с симподиальным типом ветвления, но имеет более короткий период вегетации.

Содержание сырого протеина у одних и тех же сортообразцов по годам варьировало, что связано с реакцией образцов на различные погодные условия и агротехнику возделывания. В среднем по годам данный показатель варьировал от 39,75 до 44,77 %.

Все сортообразцы имели высокое содержание сырого протеина в зерне. Более ценным белковым кормом является обрушенное зерно люпина (оболочка семени удалена механическим путем), чем зерно с оболочкой.

Для определения содержания сырого протеина в обрушенном зерне и оболочке нами было проведено отделение оболочки и получение ядра у трех сортообразцов БГСХА 81, БГСХА 82 и БГСХА 99. Из приведенных данных видно, что в обрушенном зерне содержание сырого протеина значительно выше, чем в зерне с оболочкой и превышает его на 7,7–11,64 %, а в оболочке содержание сырого белка варьирует от 7,5 до 9,5 %.

На сбор белка с 1 га влияет не только процентное содержание сырого протеина в зерне, но и уровень урожайности сортообразца. Сбор белка с 1 га у данных сортообразцов варьировала от 9,5 до 15,2 ц/га.

Реализовать заложенный генетический потенциал продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы можно только при обеспечении их полноценным кормлением, точно сбалансированным по важнейшим показателям питательной ценности, аминокислотному, витаминному и микроэлементному составу. Недостаток или избыток необходимых питательных веществ изменяет течение биохимических процессов у животных, снижает продуктивность и даже может привести к заболеваниям [5].

Один из основных факторов оценки качества корма — наличие в нем лизина. Наибольшую ценность представляют незаменимые аминокислоты, процентное содержание которых по сортообразцам варьировало: лизин 1,32–1,65 %, метионин 0,30–0,37 %, изолейцин 1,11–1,44 %, лейцин 2,05–2,38 %, треонин 1,00–1,33 % (табл. 2).

Таблица 2. Аминокислотный состав зерна желтого люпина (данные за 2017 г.)

| № | Сортообразец, | Незаменимые аминокислоты (% от общего содержания белка) | | | | | ΣНАК | Заменимые аминокислоты (% от общего содержания белка) | |
|----|-------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--|-----------------------|
| | | Лизин | Метионин | Изолейцин | Лейцин | треонин | | Глутаминовая кислота | Аспарагиновая кислота |
| 1 | Владко (контроль) | 1,35 | 0,30 | 1,14 | 2,08 | 1,03 | 11,42 | 6,7 | 2,93 |
| 2 | Еврантус | 1,39 | 0,31 | 1,18 | 2,12 | 1,07 | 11,63 | 6,8 | 2,97 |
| 3 | БГСХА 67 | 1,32 | 0,3 | 1,11 | 2,05 | 1,00 | 11,24 | 6,6 | 2,90 |
| 4 | БГСХА 81 | 1,42 | 0,32 | 1,21 | 2,15 | 1,10 | 11,79 | 6,9 | 3,00 |
| 5 | БГСХА 82 | 1,49 | 0,33 | 1,28 | 2,22 | 1,17 | 12,17 | 7,1 | 3,07 |
| 6 | БГСХА 87 | 1,65 | 0,37 | 1,44 | 2,38 | 1,33 | 13,05 | 7,6 | 3,23 |
| 7 | БГСХА 88 | 1,41 | 0,32 | 1,20 | 2,14 | 1,09 | 11,74 | 6,9 | 2,99 |
| 8 | БГСХА 89 | 1,44 | 0,32 | 1,23 | 2,17 | 1,12 | 11,90 | 7,0 | 3,02 |
| 9 | БГСХА 91 | 1,56 | 0,35 | 1,35 | 2,29 | 1,24 | 12,56 | 7,4 | 3,14 |
| 10 | БГСХА 92 | 1,44 | 0,32 | 1,23 | 2,17 | 1,12 | 11,90 | 7,0 | 3,02 |
| 11 | БГСХА 97 | 1,44 | 0,32 | 1,23 | 2,17 | 1,12 | 11,90 | 7,0 | 3,02 |
| 12 | БГСХА 99 | 1,42 | 0,32 | 1,21 | 2,15 | 1,10 | 11,79 | 6,9 | 3,00 |
| | X min | 1,32 | 0,30 | 1,11 | 2,05 | 1,00 | 11,24 | 6,60 | 2,90 |
| | X max | 1,65 | 0,37 | 1,44 | 2,38 | 1,33 | 13,05 | 7,60 | 3,23 |

Наибольшая сумма незаменимых аминокислот была у сортообразцов БГСХА 87, БГСХА 91 и БГСХА 82, 13,05 %, 12,56 % и 12,17 % соответственно.

Наибольшая доля в содержании заменимых аминокислот в процентном соотношении от содержания белка приходилась на глутаминовую кислоту. Её содержание колебалась в пределах от 6,60 до 7,60 %. Содержание аспарагиновой кислоты колебалась в пределах от 2,90 до 3,23 %.

Важным энергетическим веществом в зерне является жир. В зерне исследуемых сортообразцов содержание жира колебалось от 2,85 до 3,89 % (табл. 3).

При механическом удалении оболочки с зерна содержание клетчатки, показатель, который ограничивает использование бобовых культур в кормлении свиней и птицы, уменьшается в 2,2–3,5 раза.

Среднее содержание золы в зерне люпина желтого изменялось от 4,14 до 4,58 %, а в зерне без оболочки от 4,96 до 5,46%.

Семена бобовых культур и продукты их переработки являются важным источником поступления минеральных элементов с пищей в организм человека и животных, прежде всего фосфора, калия.

Благодаря повышенному содержанию фосфора, калия, кальция и магния в семенах люпина желтый является более ценным источником этих элементов в питании.

В изучаемых образцах содержание фосфора колебалось от 0,83 до 1,14 %, калия от 1,15 до 1,26 %, кальция от 0,17 до 0,23 %, магния от 0,31 до 0,36 %.

Таблица 3. Биохимический состав зерна сортообразцов желтого люпина в КСИ в среднем за 2017–2020 гг., %

| № | Сортообразец | Жир, % | Зола, % | Клетчатка, % | P, % | K, % | Ca, % | Mg, % | Cu, мг/кг | Zn, мг/кг |
|----|----------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 1 | Владко (контроль) | 3,89 | 4,42 | 14,61 | 1,00 | 1,22 | 0,19 | 0,35 | 5,94 | 37,28 |
| 2 | Еврантус | 3,13 | 4,20 | 18,51 | 0,92 | 1,19 | 0,17 | 0,32 | 6,68 | 36,74 |
| 3 | БГСХА 67 | 3,01 | 4,14 | 15,81 | 0,86 | 1,23 | 0,18 | 0,33 | 5,92 | 36,08 |
| 4 | БГСХА 81 | 2,85 | 4,19 | 16,41 | 0,90 | 1,17 | 0,17 | 0,34 | 5,52 | 35,35 |
| 5 | БГСХА 82 | 2,95 | 4,32 | 16,03 | 1,08 | 1,21 | 0,23 | 0,33 | 6,06 | 36,04 |
| 6 | БГСХА 87 | 3,61 | 4,42 | 14,15 | 0,83 | 1,15 | 0,19 | 0,34 | 5,63 | 37,62 |
| 7 | БГСХА 88 | 3,12 | 4,32 | 14,09 | 1,00 | 1,25 | 0,19 | 0,32 | 6,06 | 33,84 |
| 8 | БГСХА 89 | 3,11 | 4,34 | 16,28 | 1,03 | 1,21 | 0,17 | 0,31 | 5,52 | 36,27 |
| 9 | БГСХА 91 | 3,56 | 4,50 | 15,62 | 1,14 | 1,23 | 0,22 | 0,33 | 5,54 | 31,66 |
| 10 | БГСХА 92 | 3,48 | 4,58 | 15,44 | 1,04 | 1,25 | 0,21 | 0,33 | 5,83 | 41,43 |
| 11 | БГСХА 97 | 3,21 | 4,35 | 17,60 | 0,94 | 1,23 | 0,20 | 0,36 | 5,30 | 34,47 |
| 12 | БГСХА 99 | 3,41 | 4,30 | 16,54 | 1,08 | 1,26 | 0,17 | 0,32 | 7,05 | 41,75 |
| 13 | БГСХА 81(ядро)* | 2,2 | 5,46 | 7,39 | 1,15 | 1,6 | 0,09 | 0,37 | 3,13 | 26,23 |
| 14 | БГСХА 81 (оболочка)* | 0,6 | 1,37 | 53,31 | 0,27 | 0,71 | 0,34 | 0,31 | 1,54 | 2,84 |
| 15 | БГСХА 82 (ядро)* | 1,83 | 5,1 | 5,95 | 1,01 | 1,17 | 0,11 | 0,63 | 4,18 | 31,11 |
| 16 | БГСХА 82 (оболочка)* | 0,64 | 1,52 | 52,59 | 0,24 | 0,46 | 0,26 | 0,34 | 1,44 | 3,04 |
| 17 | БГСХА 99 (ядро)* | 2,75 | 4,96 | 4,73 | 0,99 | 1,3 | 0,09 | 0,44 | 3,96 | 30,4 |
| 18 | БГСХА 99 (оболочка)* | 0,52 | 1,36 | 52,89 | 0,28 | 0,53 | 0,27 | 0,37 | 1,53 | 3,39 |
| | X min | 0,52 | 1,36 | 4,73 | 0,24 | 0,46 | 0,09 | 0,31 | 1,44 | 2,84 |
| | X max | 3,89 | 5,46 | 53,31 | 1,15 | 1,60 | 0,34 | 0,63 | 7,05 | 41,75 |

Нами было определено содержание макро- и микроэлементов в зерне люпина. По содержанию макроэлементов в зерне их можно ранжировать следующим образом – К>Р>Mg>Ca, а микроэлементы – Zn>Cu.

Заключение

Таким образом, анализ основных биохимических показателей зерна желтого люпина показывает, что он является высокобелковой эффективной составляющей для кормления сельскохозяйственных животных и птицы. Дальнейшая селекционная работа с полученными сортообразцами позволит создать отечественные сорта, с достаточно высокой урожайностью зерна и сбором белка с 1 га, что даст возможность получать дешевый экологически чистый белок на менее плодородных почвах, уменьшить объем импорта сои, а получаемая продукция будет более конкурентоспособной из-за низкой себестоимости производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Привалов, Ф. Международный год зернобобовых: свой белок – это реально! / Ф. Привалов, В. Шор, А. Козловский // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – №1 (165) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agriculture.by/articles/agrarnaja-politika/mezhdunarodnyj-god-zernobobovyh-svoj-belok-%e2%80%94-jeto-realno>. – Дата доступа: 04.03.2021.
2. Сорокин, А. Е., Ляпченков В. А. Использование экструдированных белого люпина и сои в кормлении кур-несушек // Актуальные проблемы биологии в животноводстве: материалы VI Междунар. конф., посвящ. 55-летию ВНИИФБиП, г. Боровск, 15–17 сентября 2015 г. – Боровск, 2015. – С. 103–105.
3. Ромалийский, В. С., Карташов С. Г. Малозатратная технология приготовления физиологически безопасных энергопротеиновых добавок из зернобобовых и масличных культур // Вестник ВНИИМЖ. – 2011. – № 1 (1). – С. 32–36.
4. Яговенко, Г. Л. Люпин – перспективная культура / Г. Л. Яговенко // Справка к научному сообщению на совещании в РАН. – 2020. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nsss-russia.ru/2020/02/17/lyupin-perspektivnaya-kultura/> – Дата доступа: 08.03.2021.
5. Луговой, М. М. Сравнительный анализ аминокислотного состава некоторых кормов и добавок / М. М. Луговой, Л. И. Подобед // Уралбиовет. – 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://new.uralbiovet.ru/sravnitelnyj-analiz-aminokislotojnogo-sostava-nekotoryx-kormov-i-dobavok/> – Дата доступа: 09.03.2021.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ НА ВЕГЕТАТИВНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ЛИНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Д. В. ЧУЙКО, А. Н. БРАГИН, В. А. МИХАЙЛЕНКО

Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева,
г. Харьков, Украина, 62483, e-mail: chuiko93ua@gmail.com

(Поступила в редакцию 09.03.2021)

В статье изучены возможности применения регуляторов роста Фульвیتال Плюс, Экоцим и Квадростим на линиях подсолнечника селекционного и семеноводческого предназначения. Основной проблемой самоопыленных линий является их низкая продуктивность и адаптивность к условиям меняющегося климата. В связи с этим остается актуальным вопрос изучения реакции разных генотипов на воздействие регуляторов роста.

Установлено эффективность применения регуляторов роста на раннеспелых линиях, которые сформировали основную вегетационную массу до периода засухи и высоких температур. Индекс листовой поверхности (ИЛП) у линии Sx808A увеличился до 28 % при обработке Квадростимом. У большинства изученных линий обработка регуляторами роста снижала ИЛП и площадь листа. Что способствовало снижению транспирации воды с растения в экстремальные периоды развития. Отмечено, что Квадростим, независимо от года и условий среды, имел высокие показатели влияния, в то время как Фульвیتال Плюс был более эффективен в годы (2018 и 2020 г.) с более высоким уровнем ГТК в июне (0,7 и 0,8).

Отмечено что, применение регулятора роста Фульвیتال Плюс снижает ИЛП фертильной линии X785B в пределах 0,18–0,45 м² сравнительно контроля. Аналогичное действие регулятора роста Квадростим отмечено на линии X06135B, уменьшение ИЛП наблюдалось за все года исследований в пределах 1,73–3,16 м² (контроль 2,40–3,50 м²), а также у линии ХНАУ1133В под действием изучаемых регуляторов роста. Такой эффект регуляторов роста является функцией защиты растений от недостатка влаги, высоких температур и особенностями генотипа растения.

Ключевые слова: подсолнечник, линии, регуляторы роста растений, индекс листовой поверхности, семеноводство.

The article explores the possibilities of using growth regulators Fulvital Plus, Ecotim and Quadrostim on sunflower lines for selection and seed production. The main problem of self-pollinated lines is their low productivity and adaptability to changing climate conditions. In this regard, the question of studying the response of different genotypes to the effect of growth regulators remains topical.

The effectiveness of use of growth regulators on early maturing lines, which formed the main vegetation mass before the period of drought and high temperatures, was established. The leaf surface index of Sx808A line increased to 28 % when treated with Quadrostim. In most of the studied lines, treatment with growth regulators reduced leaf surface index and leaf area. That contributed to a decrease in transpiration of water from the plant during extreme periods of development. It was noted that Quadrostim, regardless of the year and environmental conditions, had high indicators of influence, while Fulvital Plus was more effective in the years (2018 and 2020) with a higher level of hydro-thermal coefficient in June (0.7 and 0.8).

It is noted that the use of growth regulator Fulvital Plus reduces the leaf surface index of fertile line X785V within 0.18–0.45 m² compared to the control. A similar effect of growth regulator Quadrostim was noted on X06135V line, a decrease in leaf surface index was observed over all the years of research within 1.73–3.16 m² (control 2.40–3.50 m²), as well as in KhNAU1133V line under the influence of the studied growth regulators. This effect of growth regulators is a function of protecting plants from a lack of moisture, high temperatures and peculiarities of plant genotype.

Key words: sunflower, lines, plant growth regulators, leaf surface index, seed production.

Вегетативная поверхность – важный показатель, который прямо пропорционально связан с продуктивностью, урожайностью, качеством семян и способностью растений адаптироваться к изменчивым условиям окружающей среды. Применение регуляторов роста растений (далее – РРР) – это относительно новое направление в семеноводстве, которое требует изучения, наработки для понимания эффективного применения разных РРР, их действующего вещества и индивидуальной реакции генотипа исследуемых линий [1, с. 145; 2, с. 458].

Известно, что с помощью РРР и их производных можно контролировать онтогенез растений. Рядом проведенных исследований учеными разных стран, отмечена рентабельность применения РРР на разных генотипах подсолнечника. Применение РРР для повышения урожайности гибридов и сортов отмечено в статьях Г. А. Медведева, В. В. Повстаной, а исследованиями влияния РРР на линиях отмечено И. И. Клименко и др. [3, с. 19; 4, с. 44; 5, с. 183]. Изучение процесса фотосинтеза и его изменчивости под влиянием РРР отмечено в ряде статей разных ученых [6, с. 2; 7, с. 191; 8, с. 2].

Способность к защите от действия неблагоприятных абиотических и биотических факторов среды, является столь же важным свойством, как и питание и размножение [9, с. 414]. Процесс фотосинтеза у подсолнечника происходит по всей надземной вегетативной вегетирующей поверхности растения, но основным объектом являются листья. Формирование урожая происходит за счет накопления ассимилянтов в период вегетации растений. Протекание фотосинтеза и потенциал его влияния на урожайность, является следствием наличия в листьях достаточного количества хлорофилла *a* и *b*, площади

листовой поверхности, расположения листьев на растении и факторов окружающей среды [10, с. 321; 11, с. 9]. Также в статьях очень часто встречаются высказывания, о пользе увеличения вегетативной поверхности растений как показателя повышения урожая. Однако недостаточно изучены и требуют тщательного анализа. Известно, что в зонах с недостаточным количеством осадков и высокими температурами, с увеличением площади листьев возрастает и коэффициент транспирации воды с растения и сильнее сказывается действие высоких температур. Даже при самых оптимальных условиях среды слишком значительное накопленное количество ассимилянтов приводит к отравлению клеток и самого растения в целом [9, с. 414].

Оптимальными условиями для процесса фотосинтеза сельскохозяйственных культур являются температурный режим в пределах 20–25 °С [12, с. 206] и водный баланс (при чем, для фотосинтеза у растений значение имеет не влажность почвы, а воздуха). Интенсивность фотосинтеза и накопление ассимилянтов у растений резко падают, а процессы метаболизма замедляются при повышении температуры выше 30–33 °С или ее снижении ниже 13–15 °С (так называемый температурный стресс) [13, с. 104]. Так, среди данных литературы известно, что для формирования продуктивной вегетативной поверхности подсолнечника важным является не увеличение индекса листовой поверхности или площади листьев, а их эффективное использование в периоды с благоприятными условиями среды.

Учитывая вышеизложенный анализ научных исследований, погодные условия Левобережной Лесостепи Украины, а также ежегодное повышение среднего показателя температуры и отсутствие осадков в период цветения–налив семян, остается актуальным вопрос исследования взаимодействия новых, мало изученных РРР с разными генотипами подсолнечника.

Основная часть

Исследование проведено в 2018–2020 гг. на опытном поле Харьковского национального аграрного университета им. В. В. Докучаева. Исследования проводили с использованием РРР Фульвیتال Плюс, Экостим и Квадростим на 11 самоопыленных линиях подсолнечника, опрыскиванием по вегетации в фазу 2–5 пар листьев и в фазу формирования «звездочки». Расположение опытных участков и повторности размещали согласно методике полевого опыта [14, с. 72]. Замеры листовой пластинки проводили согласно стандартной методике и последующим вычислением с уже известным коэффициентом:

$$S = -0.1063 - 15.6618 \times L + 17.4572 \times H + 0.574 \times L^2 + 0.0617 \times H^2$$

где S – площадь листовой пластинки, L – длина листа, H – ширина листа [15, с. 398].

Для вегетационного периода 2018 г. характерным было достаточное количество осадков в период посев–всходы (15,9 мм), умеренное их количество во время периода всходы–цветение (43,5 мм) и полное отсутствие во время налива зерна в августе. Температура в период вегетации была выше средней многолетней на 3,9 °С.

2019 г. значился высокими температурными показателями (среднее за период вегетации 20,8 °С, что на 2,2 °С выше средней многолетней температуры) и сильной засухой, на протяжении всего вегетационного периода подсолнечника выпало 107,7 мм осадков, при среднем многолетнем показателе 271,4 мм.

2020 г., сравнительно с предыдущими, был наиболее обеспеченным по количеству влаги. В период посев–всходы выпало достаточное количество осадков в виде проливных дождей. Так, в мае зафиксировано 108,3 мм осадков, что превысило средние показатели 2018–2019 гг. этого месяца почти в 2,5 раза. В мае 2020 года температура была на 4,6–7,3 °С ниже предыдущих годов и на 2,7 °С – средней многолетней, что привело к задержке развития растений в среднем на 2 недели. Период август–сентябрь был засушливым, количество осадков было минимальным в августе (5,8 мм) и полностью отсутствовали в сентябре. Индекс ГТК в период 2018–2020 гг. исследований указывал на недостаточное количество осадков и высокие температуры в целом за год и варьировал в зависимости от месяца (табл. 1).

Таблица 1. Помесячный гидротермический коэффициент за период исследования, 2018–2020 гг.

| Год/месяц | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | ГТК по сумме за период |
|-----------|-----|------|------|--------|----------|------------------------|
| ГТК 2018 | 0,3 | 0,7 | 0,4 | 0,0 | 0,1 | 0,3 |
| ГТК 2019 | 0,8 | 0,2 | 0,6 | 0,0 | 0,2 | 0,3 |
| ГТК 2020 | 2,5 | 0,8 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | 0,7 |

Анализируя влияние РРР на линии, следует обращать внимание на характеристики генотипа (период созревания, жаро и засухоустойчивость и т.д.). Так, наиболее выраженными адаптивными свой-

ствами характеризовалась стерильная линия Сх808А. ИЛП на контрольном участке в зависимости от года варьировал от 2,64 м² до 3,18 м², а площадь поверхности листа в пределах 194,5–261 см². При этом обработка препаратом Квадростим, в состав которого входит янтарная кислота, стимулирующая накопление биомассы, показатели ИЛП (3,33–4,16 м²) и листовой площади (228,4–293,5 см²) значительно увеличивались независимо от года исследований (табл. 2).

Рассматривая действие РРР на стерильные линии, можно отметить, что в годы (2018–2019 гг.) с низким уровнем ГТК (0,3) действие Квадростима было существенным и характеризовалось снижением площади и ИЛП. Среди изученных генотипов стерильных линий отмечены низкие показатели у линии Сх1010А. Так, ИЛП данной линии варьировал по годам в пределах 0,90–2,24 м² на контрольном участке и существенно уменьшался при действии Квадростим (0,87–1,58 м²) за исключением 2020 года 2,31 м² (контроль 2,24 м²) с достаточным количеством осадков в период всходы–цветение. Такое специфическое действие РРР Квадростим в годы с низким ГТК, по всей видимости, является свойствами полиэтиленгликоля и янтарной кислоты: активизировать защитные функции растений и ускорить накопление ассимилянтов, а уменьшение ИЛП помогает растениям снижать процесс перерева.

Действие РРР Фульвитал Плюс располагало индивидуальным свойством влияния и зависело от генотипа линии. При этом отмечено, что действие РРР было более эффективным в годы с низким коэффициентом ГТК (2018–19 гг.). Так, у линии Сх1010А на протяжении 2018–2020 гг. наблюдалось снижение площади листьев (87,5–142,0 см²) и аналогично ИЛП (1,08–1,83 м²) в сравнении с контролем (92,6–163,9 см² и соответственно 1,11–2,24 м²). Противоположную характеристику имела линия Сх1012А, площадь листьев у которой увеличивалась за годы исследований до 188,2–233,5 см² (контроль 84,7–208,1 см²).

Таблица 2. Формирование площади и индекса листовой поверхности стерильных у линий подсолнечника под влиянием регуляторов роста растений, 2018–2020 гг.

| Линия (фактор А) | Площадь листовой поверхности, см ² | | | | Среднее по фактору А | Индекс листовой поверхности, м ² | | | | Среднее по фактору А |
|--|---|-------|-------|-------|----------------------|--|------|------|------|----------------------|
| | Вариант обработки (фактор В) | | | | | Вариант обработки (фактор В) | | | | |
| | 1* | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 2018 год | | | | | | | | | | |
| Сх808А | 261,3 | 250,2 | 277,9 | 292,9 | 270,6 | 2,64 | 3,34 | 3,79 | 4,02 | 3,45 |
| Сх808А/Х1002Б | 184,2 | 213,1 | 158,3 | 170,2 | 181,5 | 2,32 | 2,52 | 1,90 | 1,95 | 2,17 |
| Сх1010А | 163,9 | 142,0 | 148,4 | 134,4 | 147,2 | 1,99 | 1,73 | 1,77 | 1,58 | 1,77 |
| Сх1012А | 187,3 | 188,2 | 200,6 | 172,7 | 187,2 | 2,26 | 2,26 | 2,22 | 1,92 | 2,16 |
| Сх1002А | 166,2 | 156,2 | 161,1 | 142,6 | 156,5 | 2,17 | 1,64 | 1,59 | 1,44 | 1,71 |
| Среднее по фактору В | 192,6 | 189,9 | 189,3 | 182,6 | | 2,28 | 2,30 | 2,25 | 2,18 | |
| НСР 0,05 по фактору АВ – 15,74; А – 7,87; В – 7,04 | | | | | | НСР 0,05 по фактору АВ – 0,035; А – 0,018; В – 0,016 | | | | |
| 2019 год | | | | | | | | | | |
| Сх808А | 194,5 | 223,7 | 175,9 | 228,4 | 205,6 | 2,95 | 3,22 | 2,49 | 3,33 | 3,00 |
| Сх808А/Х1002Б | 178,1 | 194,3 | 138,7 | 144,1 | 163,8 | 2,48 | 2,41 | 1,95 | 2,04 | 2,22 |
| Сх1010А | 92,6 | 87,5 | 72,8 | 78,4 | 82,8 | 1,11 | 1,08 | 0,85 | 0,91 | 0,99 |
| Сх1012А | 84,7 | 153,0 | 132,7 | 85,3 | 113,9 | 0,90 | 1,56 | 1,33 | 0,87 | 1,16 |
| Сх1002А | 143,5 | 143,8 | 139,6 | 116,3 | 135,8 | 1,74 | 1,81 | 1,70 | 1,43 | 1,67 |
| Среднее по фактору В | 138,7 | 160,5 | 132,0 | 130,5 | | 1,84 | 2,02 | 1,67 | 1,71 | |
| НСР 0,05 по фактору АВ – 10,10; А – 5,05; В – 4,52 | | | | | | НСР 0,05 по фактору АВ – 0,035; А – 0,018; В – 0,016 | | | | |
| 2020 год | | | | | | | | | | |
| Сх808А | 261,0 | 256,5 | 250,3 | 293,5 | 265,3 | 3,18 | 3,46 | 3,46 | 4,16 | 3,57 |
| Сх808А/Х1002Б | 319,3 | 293,8 | 318,9 | 344,7 | 319,2 | 4,17 | 3,83 | 3,82 | 4,14 | 3,99 |
| Сх1010А | 161,9 | 130,3 | 150,4 | 165,7 | 152,1 | 2,24 | 1,83 | 1,87 | 2,31 | 2,06 |
| Сх1012А | 208,1 | 233,5 | 261,3 | 235,0 | 234,5 | 2,49 | 2,68 | 2,99 | 2,75 | 2,73 |
| Сх1002А | 257,9 | 257,9 | 263,5 | 244,5 | 255,9 | 3,10 | 3,24 | 3,16 | 2,95 | 3,11 |
| Среднее по фактору В | 241,6 | 234,4 | 248,9 | 256,7 | | 3,04 | 3,01 | 3,06 | 3,26 | |
| НСР 0,05 по фактору АВ – 35,39; А – 17,69; В – 15,83 | | | | | | НСР 0,05 по фактору АВ – 0,035; А – 0,018; В – 0,016 | | | | |

*1. Контроль; 2. Фульвитал Плюс; 3. Екостим; 4. Квадростим.

При обработке РРР Экостим, в состав которого входит вытяжка штамма гриба-эндофита из растения *Panax Ginseng M.*, отмечено что, наиболее эффективным было его применение в 2019 гг. и характеризовалось снижением ИЛП и площади листа у большинства изученных линий. Стоит отметить, что влияние РРР Экостим способствовало увеличению площади листа у линии Сх1012А за все годы в пределах 132,7–263,5 см² относительно представленного контроля. Основной проблемой применения таких РРР является сильная чувствительность их к условиям среды. При высоких или низких температурах действие таких препаратов замедляется.

Влияние РРР на фертильные линии подсолнечника сопровождалось снижением площади и индекса листовой поверхности у большинства изученных линий. Показатели варьировали в зависимости от погодных условий года, генотипа линии и РРР. Так, у линии Х06135В в период 2018–2019 гг., с низким показателем ГТК (0,3) отмечено увеличение ИЛП (2,87–3,28 м²) и площади листовой поверхности (196,0–246,6 см²) при обработке Фульвитал Плюс (контроль ИЛП 4,40–3,23 м² и соответственно 166,0–236,3 см² площадь листьев).

У линии Х785В в 2018 г. при обработке Экостимом и Квадростимом происходило повышение площади листьев от 134,9 до 137,0 см² в зависимости от РРР (контроль 117,0 см²), а также ИЛП 1,74–1,89 м² (контроль 1,20 м²). В 2019 году данная линия характеризовалась повышением площади листьев при действии тех же РРР 107,7–127,7 см² (контроль 10,6 см²), а ИЛП значительно увеличивался при действии Экостим 1,72 м² (контроль 1,33 м²) (табл. 3).

Таблица 3. Формирование площади и индекса листовой поверхности фертильных у линий подсолнечника под влиянием регуляторов роста растений, 2018–2020 гг.

| Линия (фактор А) | Площадь листовой поверхности, см ² | | | | Среднее по фактору А | Индекс листовой поверхности, м ² | | | | Среднее по фактору А |
|--|---|-------|-------|-------|----------------------|--|------|------|------|----------------------|
| | Вариант обработки (фактор В) | | | | | Вариант обработки (фактор В) | | | | |
| | 1* | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 2018 год | | | | | | | | | | |
| Х06135В | 236,3 | 246,6 | 193,9 | 218,4 | 223,8 | 3,23 | 3,28 | 2,59 | 2,91 | 3,00 |
| Х06134В | 116,1 | 124,9 | 102,4 | 97,9 | 110,3 | 1,25 | 1,26 | 0,96 | 1,00 | 1,12 |
| Х785В | 117,0 | 114,1 | 134,9 | 137,0 | 125,7 | 1,65 | 1,20 | 1,74 | 1,89 | 1,62 |
| Х1010Б | 157,8 | 157,8 | 151,5 | 154,7 | 155,4 | 2,01 | 1,91 | 1,84 | 1,84 | 1,90 |
| Х1012Б | 172,8 | 172,7 | 169,0 | 144,1 | 164,7 | 1,99 | 1,93 | 1,79 | 1,56 | 1,82 |
| ХНАУ1133В | 153,2 | 125,2 | 134,0 | 129,9 | 135,6 | 2,12 | 1,47 | 2,08 | 1,88 | 1,89 |
| Среднее по фактору В | 158,9 | 156,9 | 147,6 | 147,0 | | 2,04 | 1,84 | 1,83 | 1,85 | |
| НСР 0,05 по фактору АВ – 10,55; А – 5,27; В – 4,31 | | | | | | НСР 0,05 по фактору АВ – 0,153; А – 0,077 В – 0,063 | | | | |
| 2019 год | | | | | | | | | | |
| Х06135В | 166,0 | 196,0 | 188,7 | 115,0 | 166,4 | 2,40 | 2,87 | 2,84 | 1,73 | 2,46 |
| Х06134В | 142,8 | 123,2 | 138,4 | 137,0 | 135,3 | 1,81 | 1,59 | 1,86 | 1,76 | 1,75 |
| Х785В | 101,6 | 87,5 | 127,7 | 107,7 | 106,1 | 1,33 | 1,15 | 1,72 | 1,26 | 1,37 |
| Х1010Б | 65,8 | 69,0 | 62,9 | 48,4 | 61,5 | 0,74 | 0,82 | 0,73 | 0,57 | 0,71 |
| Х1012Б | 169,7 | 142,8 | 88,6 | 63,7 | 116,2 | 1,83 | 1,45 | 0,91 | 0,64 | 1,21 |
| ХНАУ1133В | 165,5 | 96,4 | 123,8 | 119,0 | 126,2 | 2,35 | 1,10 | 2,06 | 1,86 | 1,84 |
| Среднее по фактору В | 135,2 | 119,1 | 121,7 | 98,5 | | 1,74 | 1,50 | 1,69 | 1,30 | |
| НСР 0,05 по фактору АВ – 7,49; А – 3,74; В – 3,06 | | | | | | НСР 0,05 по фактору АВ – 0,120; А – 0,060; В – 0,049 | | | | |
| 2020 год | | | | | | | | | | |
| Х06135В | 282,2 | 244,8 | 257,6 | 248,3 | 258,2 | 3,50 | 3,14 | 3,21 | 3,16 | 3,25 |
| Х06134В | 211,9 | 199,8 | 180,8 | 167,3 | 190,0 | 2,66 | 2,41 | 2,27 | 1,92 | 2,32 |
| Х785В | 192,3 | 170,2 | 192,4 | 176,5 | 182,8 | 2,58 | 2,14 | 2,50 | 2,16 | 2,34 |
| Х1010Б | 148,9 | 151,3 | 160,0 | 174,0 | 158,5 | 2,03 | 1,97 | 2,13 | 2,29 | 2,10 |
| Х1012Б | 257,2 | 257,4 | 306,5 | 299,1 | 280,1 | 2,83 | 2,84 | 3,47 | 3,47 | 3,15 |
| ХНАУ1133В | 175,7 | 176,3 | 168,0 | 144,2 | 166,0 | 3,00 | 2,61 | 2,97 | 2,51 | 2,77 |
| Среднее по фактору В | 211,4 | 200,0 | 210,9 | 201,6 | | 2,77 | 2,52 | 2,76 | 2,58 | |
| НСР 0,05 по фактору АВ – 32,01; А – 16,00; В – 13,07 | | | | | | НСР 0,05 по фактору АВ – 0,379; А – 0,190; В – 0,155 | | | | |

*1. Контроль; 2. Фульвитал Плюс; 3. Экостим; 4. Квадростим.

Стоит отметить, что влияние РРР на фертильные линии было более значимым чем на стерильные за все годы исследований. Исключением Экостим, его влияние на ИЛП в 2020 году было незначи-

тельным, согласно многофакторному дисперсионному анализу. Это, скорее всего, является стрессовым действием низких температур в период первой обработки.

Среди изученных нами РРР стоит отметить, что обработка фертильных линий подсолнечника Квадростимом имела более выраженный эффект действия, который проявлялся уменьшением ИЛП и площади листовой поверхности. Такая особенность возможна благодаря полиэтиленгликолю и его свойствами связывать активную воду в растении таким образом снижая потерю воды в периоды ее нехватки.

Заключение

Среди изученных линий отмечена стерильная раннеспелая линия Сх808А, у которой независимо от погодных условий года формировались высокие показатели ИЛП (контроль 2,64–3,18 м²) и которые увеличивались при действии РРР. При чем наиболее выраженным было действие РРР Квадростим 3,33–4,16 м². За годы исследований установлено что формирование вегетационной поверхности при действии РРР может варьировать зависимо от погодных условий года, генотипа растения и самого регулятора. Снижение ИЛП является естественным защитным процессом, который активизируется при обработке РРР.

Снижение вегетативных показателей отмечено у линии Х1012Б в года с низким уровнем ГТК 0,3 (2018–2019 гг.) при обработке РРР Квадростим. Так, ИЛП в 2018 году снижался до 27,5 %, а в 2019 году уменьшение ИЛП почти в три раза меньше контроля. При этом в 2020 году с достаточным количеством осадков на первых этапах развития, данная линия формировала более крупную листовую пластинку 299,1 см² (контроль 257,2 см²). Также отмечалось увеличение ИЛП до 22,6 м² как на участке регулятора Квадростим и аналогично Экостима.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буряк, Ю. І. Ефективність застосування регуляторів росту і мікродобрива в процесі розмноження насіння сортів пшениці озимої та ячменю ярого / Ю. І. Буряк, О. В. Чернобаб, Ю. С. Огурцов, І. І. Клименко // Селекція і насінництво. – 2015. – №. 107. – С. 145–153.
2. Чуйко, Д. В. Формирование вегетационной поверхности листьев на семеноводческих посевах под влиянием регуляторов роста / Д. В. Чуйко, А. Н. Брагин // Мат-лы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновационные технологии в практику сельского хозяйства». – 2019. – С. 458–461.
3. Медведев, Г. А. Влияние регуляторов роста на урожайность гибридов подсолнечника на южных черноземах Волгоградской области / Г. А. Медведев, Н. Г. Екатериничева, С. А. Чижиков // Орошаемое земледелие. – 2018. – №. 4. – С. 19–22.
4. Повстяной, В. В. Влияние удобрений на продуктивность подсолнечника на обыкновенном чернозёме Западного Предкавказья / В. В. Повстяной // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2008. – №. 1. – С. 44–46.
5. Клименко, І. І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрива на урожайність насіння ліній та гібридів соняшнику / І. І. Клименко // Селекція і насінництво. – 2015. – №. 107. – С. 183–188.
6. Шаповал, О. А. Влияние регуляторов роста растений и доз NPK на фотосинтетическую деятельность растений подсолнечника / О. А. Шаповал, Р. М. Алиев-Лещенко // Плодородие. – 2014. – №. 1 (76). – С. 2–4.
7. Сендецький, В. М. Влияние элементов технологии выращивания на фотосинтетическую и семенную продуктивность посевов подсолнечника / В. М. Сендецький. // Агробіологія. – 2018. – №. 1. – С. 191–201.
8. Яблонская, Е. К. Применения регулятора роста растений, иммунизатора-препарата фурулан при возделывании подсолнечника в Краснодарском крае / Е. К. Яблонская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – №. 121. – С. 1–23.
9. Полевой, В. В. Физиология растений: Учеб. для биол. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1989. – 464 с.
10. Благовещенская, М. З. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / М. З. Благовещенская – М.: Колос, – 1984. – С. 367.
11. Троц, В. Б. Фотосинтез и продуктивность совместных посевов подсолнечника с высокобелковыми растениями / В. Б. Троц // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 65. – №. 3. – С. 9 – 13.
12. Журавлева, В. В. Проблемы моделирования фотосинтеза: анализ лимитирующих факторов и моделей / В. В. Журавлева, В. В. Казаев // Сборник трудов Всероссийской конференции по математике «МАК-2016». «Математическое моделирование в экологии, агроэкологии и природопользовании» – 2016. – С. 206 – 208.
13. Иконникова, В. В. Влияние различных агрометеорологических условий на фотосинтез гороха // В. В. Иконникова / Культура народов Причерноморья. – 2013. – № 265. – С. 104–107.
14. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
15. Специальная селекция и семеноводство полевых культур: учебное пособие // под ред. В. В. Кириченко. – Х.: ИР им. В. Я. Юрьева НААН Украины, 2010. – 462 с.

ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАПАСНЫХ БЕЛКОВ ЗЕРЕН ПШЕНИЦЫ КИТАЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

А. Н. ИВАНИСТОВ, С. В. ЕГОРОВ, Ю. Л. ТИБЕЦ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: ivanistov09@mail.ru

(Поступила в редакцию 12.03.2021)

Электрофорез – это современный биохимический метод, с помощью которого смесь белков может быть разделена на отчетливые компоненты в геле, помещенном в электрическое поле. Образцы семян разных сортов, характеризующиеся различными белковыми связями, обладают генетически обусловленными различиями, которые приравниваются к понятию «отпечатка пальцев» или «паспорта сорта». Эти отличительные особенности сохраняются в разных условиях произрастания. Поэтому электрофорез является надежным методом тестирования, который используется сегодня для идентификации сортов сельскохозяйственных культур [1, 2, 3].

В статье представлены результаты электрофоретического анализа сортов пшеницы китайского происхождения в сравнении с сортами пшеницы, районированными в Республике Беларусь.

Электрофоретический спектр запасных белков пшеницы КНР являлся насыщенным по компонентному составу, стабильным по маркерным компонентам белка, имеет сочетания селекционно-ценных позиций компонентов и представляет интерес для селекционных целей.

Ключевые слова: электрофорез, сорта-популяции, белковые маркеры, биотипы, гетерогенность сортов, селекционно-ценные компоненты.

Electrophoresis is a modern biochemical method by which a mixture of proteins can be separated into distinct components in a gel placed in an electric field. Samples of seeds of different varieties, characterized by different protein bonds, have genetically determined differences that are equated with the concept of «fingerprint» or «variety passport». These distinctive features persist under different growing conditions. Therefore, electrophoresis is a reliable testing method that is used today to identify crop varieties.

The article presents results of electrophoretic analysis of wheat varieties of Chinese origin in comparison with wheat varieties zoned in the Republic of Belarus.

The electrophoretic spectrum of spare proteins of wheat from the People's Republic of China was saturated in terms of component composition, stable in marker components of protein, has a combination of selection-valuable positions of components and is of interest for breeding purposes.

Key words: electrophoresis, varieties-populations, protein markers, biotypes, heterogeneity of varieties, selection-valuable components.

Введение

Основным методом оценки генетического качества семенного материала служит электрофоретический анализ запасных белков, который сегодня по праву можно назвать универсальным методом контроля качества семенной продукции. Данный анализ позволяет определять генетический состав определенного сорта через биотипы [4].

Современные сорта зерновых культур – это сложные сорта-популяции, которые обладают высокой пластичностью и адаптивностью, но их трудно сохранить в процессе семеноводства, так как большинство составляющих их биотипов, различаясь по биологическим свойствам, одинаковы по морфологическим признакам. Состав и соотношение биотипов сорта может существенно измениться за 3–4 года, поэтому принципиально важным является вопрос оценки оригинальной генетической структуры сорта [1, 5].

Многочисленными исследованиями была установлена достоверная разница между биотипами по количественным и качественным признакам [6, 7, 8, 9, 10]. Также было установлено, что биотипы в процессе возделывания сорта могут менять свое соотношение в его структуре и даже элиминировать под влиянием антропогенного фактора и проявления естественного отбора в процессе формирования элиты в питомниках первичного семеноводства [11].

Использование белковых маркеров (электрофоретический анализ запасных белков семян) позволяет в лабораторных условиях осуществлять сортовую идентификацию, оценивать сортовую чистоту, контролировать состав и соотношение биотипов [12, 13, с. 264–291].

Белковые маркеры широко используются в селекционных программах для решения многих вопросов, в частности, для отбора определенных генотипов (по соответствующим типам спектра) при селекции различных культур [14]. Так, например, на основании анализа состава электрофоретических

спектров глиадины у родословных сортов озимой мягкой пшеницы с разным уровнем морозоустойчивости показана возможность использования белковых маркеров в оценке морозоустойчивости в пределах конкретных групп селекции [14]. На большом числе сортов показано, что наличие генотипа с компонентами $\alpha 2467$ и $\omega 8910$ придает сорту повышенную морозоустойчивость [15].

Имея характеристику совокупности индивидуальных белков определенной категории, можно получить ценную информацию о структуре генома, об экспрессии отдельных генов [16, 17]. Например, селекционеры особенно интересуют экспрессия генов устойчивости к различным болезням злаковых культур.

В литературе имеется много данных о том, что прогресс в селекции мягкой пшеницы на устойчивость к болезням и неблагоприятным факторам среды во многом связан с расширением потенциала ее изменчивости за счет введения чужеродного генетического материала от других родов и видов, главным образом, от эгилопса, ржи и пырея [18].

На основе электрофоретических спектров белков в полиморфных сортах пшеницы идентифицированы глиадиновые биотипы, соотношение которых в сортовой популяции может изменяться в зависимости от условий года, региона возделывания. Такая особенность может быть использована в оценке селекционного материала в разных условиях репродуцирования, оценки адаптивного потенциала генотипов [5].

Основная часть

В рамках подписанного соглашения о сотрудничестве между академией и Северо-Западным университетом сельского и лесного хозяйства (КНР) в УО БГСХА был создан агротехнопарк. Основными направлениями деятельности которого являются: экологическое испытание сельскохозяйственных культур и оценка их адаптивности; инновации в селекционном процессе при создании новых сортов; обмен исходным материалом для селекции пшеницы.

В сентябре 2019 г. китайская сторона предоставила семена пшеницы. В 2019–2020 гг. проводилось экологическое испытание сельскохозяйственных культур. В условиях УНЦ «Опытные поля БГСХА» изучались пшеница озимая, сорт Арктис, пшеница яровая Любава, и пшеница, предоставленная Северо-Западным университетом сельского и лесного хозяйства (КНР).

Испытание селекционного материала нужно проводить на разных этапах работы. В связи с этим задача заключалась в том, чтобы дать полную оценку пшенице китайского происхождения в сравнении с сортами пшеницы районированным в Республике Беларусь и вынести решение о целесообразности использования данного материала в селекционном процессе.

На протяжении последних лет, целый ряд ведущих международных организаций (UPOV, ISTA, CUMMIT), работающих в областях оценки, регистрации и контроля сортов, неоднократно подчеркивали важность и крайнюю необходимость использования в области практических селекционных алгоритмов методов, свободных от действия окружающей среды, внешних факторов и способных к генетической интерпретации. Адаптивный характер полиморфизма запасных белков, выявляемый на основе белковых маркеров семян, в совокупности с разработанной на сегодняшний момент системой учета и регистрации данных по критериям внутренней гетерогенности сортов, белковых маркеров сорта (линии), позволяют надежно фиксировать как оригинальный генотипический уровень генотипа, так и оценивать изменения, происходящие в генотипическом составе сортовых популяций в ходе репродуцирования в различных климатических условиях.

Оценка внутренней структуры сортов с использованием белковых маркеров семян, формирование сортовых белковых формул проводились на базе аккредитованной Испытательной лаборатории качества семян УО БГСХА, соответствующей критериям системы аккредитации Республики Беларусь и международным требованиям по ГОСТ ISO/IEC 17025-2019.

Объектом испытаний являлась пшеница мягкая селекции КНР, пшеница озимая сорта Арктис, яровая пшеница Любава.

Методы испытаний: – ISO 8981:1993(E), «Пшеница – идентификация сортов с помощью электрофореза».

Для точной оценки дифференцирующих позиций (зон) спектра, оценки молекулярных масс белков использовались стандартные маркер-растворы белков «Thermo Scientific» – Unstained Protein Ladder (диапазон 5–112 кДа, число идентифицируемых белков – 11).

Поведенная оценка сортов пшеницы позволила установить характер внутренней полиморфности генотипов, обусловленный разным числом биотипов, их частотами встречаемости в сортовой популяции и сформировать сортовую белковую формулу изучаемых сортов.

Полученные электрофоретические спектры индивидуальных семян были разделены на группы, имеющие одинаковый компонентный состав, т.е. на биотипы. К одному и тому же биотипу отнесены белковые спектры с идентичным компонентным составом (как по подвижности, так и по степени интенсивности), а также спектры, незначительно отличающиеся по интенсивности отдельных компонентов.

Основываясь на данных критериях идентификации белковых биотипов, в ходе исследований были установлены четкие отличительные позиции при сравнении биотипов как внутри отдельного сорта, так и в сравнении сортов между собой. Данные отличия выражались как в разной степени интенсивности белковых полос спектра, так и включением нового, ранее не проявлявшегося сочетания позиций в спектре.

Именно биотипы, составляют структурную основу популяции, представляют собой группы особей растений, имеющих, как правило, идентичные морфологические признаки, но отличающиеся между собой вполне определенными устойчивыми, генетически обусловленными биологическими свойствами. Отмечено, что характерной особенностью биотипов, является специфичность компонентного состава белков, что в свою очередь может быть использовано как фактор идентификации.

Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1. Количество биотипов и сортовая белковая формула

| Имя образца | Биотип № | Содержание в популяции, % | Сортовая белковая формула генотипа |
|--|----------|---------------------------|--|
| Пшеница КНР (яровой сев) | 1 | 60,0 | 10,13,15,19,22,25,40,41,44,45,47,52,55,57,60,62,63,66,68,70,71,77,81,85, 88, 90,95,97,98 |
| | 2 | 30,0 | 10,13,15,19,21,25,39,41,44,45,47,52,55,57,60,63,66,70,71,77,84,90,95,98, 100 |
| | 3 | 10,0 | 10,13,15,19,22,25,26,40,42,45,51,52,53,55,57,60,65,70,72,75,78,80,85,90,96 |
| Пшеница КНР (озимый сев) | 1 | 75,0 | 10,13,19,22,25,40,41,44,45,47,52,55,57,60,62,63,66,68,70,71,77,81,85,88, 90,95,97,98 |
| | 2 | 25,0 | 10,13,19,21,25,39,41,44,45,47,52,55,57,60,63,66,70,71,77,84,90,95,98,100 |
| Пшеница КНР (урожай 2019г.) - исходная форма | 1 | 50,0 | 10,13,15,19,22,25,40,41,44,45,47,52,55,57,60,62,63,66,68,70,71,77,81,85, 88, 90,95,97,98 |
| | 2 | 25,0 | 10,13,15,19,21,25,39,41,44,45,47,52,55,57,60,63,66,70,71,77,84,90,95,98, 100 |
| | 3 | 25,0 | 10,13,15,19,22,25,26,40,42,45,51,52,53,55,57,60,65,70,72,75,78,80,85,90,96 |
| Контроль 1 (Арктис), озимая | 1 | 80,0 | 10,12,15,20,25,26,30,35,40,42,46,47,51,52,55,56,60,63,65,67,75,76,80,85,90,95,97 |
| | 2 | 20,0 | 10,12,17,20,23,26,30,37,40,42,46,48,51,52,55,57,59,63,65,67,72,75,81,85,89,95 |
| Контроль 2 (Любава), яровая | 1 | 65,0 | 10,12,17,20,22,24,26,30,37,40,44,46,48,50,52,55,57,59,60,65,67,72,75,81,85,89,95,97 |
| | 2 | 25,0 | 10,12,17,20,22,24,26,30,37,40,44,46,48,50,52,55,57,59,60,65,67,72,75,81,85,89,95 |
| | 3 | 10,0 | 10,12,17,20,22,23,26,30,35,40,42,46,48,50,52,56,57,59,60,65,67,72,75,81,85,89,95,97 |

В целом, по результатам исследований можно выделить несколько основных положений:

1) В разрезе проанализированного набора сортов, идентифицированы сорта средней степени полиморфности (генетической разнородности), включающие два белковых биотипа, сорта, характеризующиеся высокой степенью полиморфности, состоящие из трех биотипов.

Как следует из полученных данных, сорта озимой мягкой пшеницы характеризуются четкими идентификационными критериями по белковому спектру. Число дифференцирующих позиций (компонентов спектра) колеблется от трех до 6 единиц, что позволяет четко и однозначно идентифицировать любой сорт на основе сравнения с эталонным белковым спектром.

2) В результате пересева происходит изменение внутренней полиморфности, что может быть выражено через уменьшение числа биотипов сорта и частоты их встречаемости в суммарной популяции сорта.

Идентифицированная внутренняя структура сорта не является величиной постоянной и подвержена вариабельности под действием ряда внешних факторов, в данном случае под воздействием факторов среды. Отмечено, что в случаях воздействия на структуру сорта условий среды с незначительными отклонениями, например при репродуцировании сортовой популяции в иной климатической зоне, колебания в уровне полиморфности менее значительны.

В таких условиях, варьирование в уровне биотинов сорта может достигать значений 10–20 % при сохранности всей генетической конституции характерной для оригинальной популяции сорта. Наиболее вариабельными являются неосновные (вторые–третьи) биотипы сортовой популяции, характеризующиеся частотой встречаемостью на уровне 10–25 %.

3) Электрофоретический спектр запасных белков пшеницы КНР является насыщенным по компонентному составу, стабильным по маркерным компонентам белка, имеет сочетания селекционно-ценных позиций компонентов. Было выявлено, что компонентная представленность белкового комплекса сортов селекции КНР, кроме сортоспецифичности, характеризуется стабильностью в меняющихся средовых условиях и не зависит от условий репродуцирования растительного генотипа.

4) Внутренняя структура генотипа является довольно стабильной, так как в результате репродуцирования в условиях Республики Беларусь, не произошло существенного изменения уровня гетерогенности и сдвига по компонентной представленности.

5) Установлена изменчивость частот встречаемости биотипов сорта, что связано с новыми условиями репродуцирования в условиях Республики Беларусь.

В спектре проанализированных сортов выявляется четкая дифференциация по целому ряду критериев белкового спектра, характеризующих особенности внутренней структуры генотипа (табл. 2, 3). Исследуемые сорта КНР имеют разный уровень общей компонентной представленности спектра белка, различаются числом сортоспецифичных компонентов, компонентов внутрисортной дифференциации, а также размахом величин их относительной подвижности в спектре.

Таблица 2. Критерии внутренней гетерогенности сортов пшеницы

| № п/п | Сорт | Число биотипов, ед. | Rf маркеров биотипов | Число маркеров биотипа, ед. | Содержание основного биотипа, % |
|-------|-----------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 1 | Пшеница КНР (яровой сев) | 3 | 0,30–0,45 | 4 | 60,0 |
| 2 | Пшеница КНР (озимый сев) | 2 | 0,40–0,75 | 3 | 75,0 |
| 3 | Контроль 1 (Арктис), озимая | 2 | 0,30–0,45 | 2 | 80,0 |
| 4 | Контроль 2 (Любава), яровая | 3 | 0,35–0,40 | 2 | 65,0 |

Примечание: Rf – относительная подвижность компонента, ед.

Базовым результатом анализа генотипов пшеницы на начальном этапе являлся белковый электрофоретический спектр, содержащий уникальную индивидуальную характеристику каждого проанализированного семени в виде белковых компонентов разной подвижности и степени интенсивности.

Спектральный состав белков пшеницы можно разграничить по позициям, которые связаны с дифференцирующими или идентификационными критериями. К числу таких позиций относятся:

- частота встречаемости отдельных компонентов белкового спектра;
- общая представленность белкового спектра сорта;
- общие и уникальные позиции белкового спектра.

Таблица 3. Количество компонентов внутренней гетерогенности сортов пшеницы

| Сорт | Число компонентов по отличительным позициям | | | | | | Общее количество компонентов (усредненное значение по популяции) |
|--------------------------|---|------|--------------------------|------|--|-----|--|
| | Уникальные позиции компонентов | | Отсутствующие компоненты | | Различия в степени интенсивности компонентов | | |
| | Кол-во | % | Кол-во | % | Кол-во | % | |
| Пшеница КНР (яровой сев) | 4 | 11,7 | 2 | 8,7 | 4 | 8,7 | 29 |
| Пшеница КНР (озимый сев) | 2 | 5,3 | 3 | 15,8 | 3 | 5,3 | 27 |

В спектре проанализированных сортов пшеницы выявляется четкая дифференциация по целому ряду критериев белкового спектра, характеризующих особенности внутренней структуры генотипа.

Исследуемые сорта имеют разный уровень общей компонентой представленности спектра белка, различаются числом сортоспецифичных компонентов, компонентов внутрисортной дифференциации, а также размахом величин их относительной подвижности в спектре.

Общее число компонентов белка на спектре находилось в границах от 19 до 26 единиц с группировкой по трем зонам спектра – «А», «В» и «С», что зависит от частоты встречаемости компонентов и их информативности. К зоне «А» относят компоненты спектра с порядковыми номерами от 1 до 19. Зона «В» включает компоненты с порядковыми номерами в пределах от 19 до 80. Зона «С» представлена порядковые номера компонентов от 81 до 100.

В среднем частоты проявления маркерных сортовых компонентов находились в диапазоне от 4,0 до 12,5 %, что объясняется наличием четких сортовых маркеров в количестве от 1 до 3.

По результатам исследований установлено, что наибольший уровень различий между сортами и биотипами определяется в зоне «В» спектра в сочетании с высокой информативностью идентифицируемых компонентов данной зоны.

Выявленная градация генотипов по суммарному числу белковых компонентов спектра может служить дополнительным критерием оценки разных адаптивных способностей форм в условиях региона.

Наибольший интерес для селекционных целей представляет группа белковых компонентов, характеризующихся как уникальные, имеющие единичную представленность по определенным генотипам. Как правило, данные компоненты имеют четкие отличительные характеристики (величины относительной подвижности, степени интенсивности), благодаря чему могут быть использованы в качестве сортовых маркеров. В результате анализа белков семян пшеницы, были выделены редкие, обладающие наибольшей информативностью позиции белковых компонентов – 21, 24, 39, 42, 60, 71.

В целом, проведенные оценки сортов пшеницы, позволили выявить четкие отличительные особенности, проявляемые по белковым признакам на основе идентификации критериев электрофоретического спектра запасных белков семян, что может быть использовано как фактор идентификации сортов и биотипов с целью использования в селекционных алгоритмах.

Заключение

Выявленная градация генотипов по суммарному числу белковых компонентов спектра, может служить дополнительным критерием оценки разных адаптивных способностей форм в условиях региона.

Наибольший интерес для селекционных целей представляет группа белковых компонентов, характеризующихся как уникальные, имеющие единичную представленность по определенным генотипам.

Как правило, данные компоненты имеют четкие отличительные характеристики (величины относительной подвижности, степени интенсивности), благодаря чему могут быть использованы в качестве сортовых маркеров. В результате анализа белков семян, были выделены редкие, обладающие наибольшей информативностью позиции белковые компоненты – 13,15,25,41,62,70,71,100.

Электрофоретический спектр запасных белков пшеницы КНР является насыщенным по компонентному составу, стабильным по маркерным компонентам белка, имеет сочетания селекционно-ценных позиций компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петрова, Н. Н. Семена кукурузы. Определение уровня гибридности семян гибридов первого поколения и оценка однородности, и маркирование инбредных линий: методика определения / Н. Н. Петрова [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2005. – 16 с.
2. Петрова, Н. Н. Семена сахарной свеклы. Определение уровня гибридности семян гибридов первого поколения и оценка сортовой чистоты методом электрофоретического анализа запасных белков 11S-глобулинов: методика определения / Н. Н. Петрова [и др.] – Минск: БГАТУ, 2005. – 20 с.
3. Федулова, Т. П. Применение белковых маркеров в селекции сахарной свеклы / Т. П. Федулова, С. Н. Митин // Сахарная свекла. – 2004. – № 1. – С. 13–14.
4. Петрова, Н. Н. Применение метода электрофоретического анализа для определения гибридности и генетического качества семян кукурузы, сахарной свеклы и других культур / Н. Н. Петрова, Т. В. Кардис // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. – 2005. – № 1. – С. 56–59.
5. Егоров С. В. Изменчивость структуры сортов в аспектах использования для оценки качества семян/ С.В.Егоров, Н. А. Дуктова // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. – 2014. – № 2. – С. 125–131.
6. Аbugалиева, А. И. Компоненты глиаина и субъединицы глютеина в селекции пшеницы на качество зерна: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / А.И. Аbugалиева; Каз. НИИ земледелия им. В.Р. Вильямса. – Алматы, 1994. – 50 с.
7. Булатова, К. М. Электрофоретический спектр глютеина как биохимический показатель внутрисортного полиморфизма пшеницы по запасным белкам / К. М. Булатова // Биохимические показатели в селекции зерновых культур. – Ал-

ма-Ата, 1986. – С. 14–23.

8. Молчан, И. М. Структура и изменчивость сорта пшеницы по признаку остистости / И. М. Молчан, Т. В. Лезжова // Проблемы селекции сортов мягкой яровой пшеницы интенсивного типа. – Новосибирск, 1980. – С. 32–36.

9. Неттевич, Э. Д. Метод электрофореза при изучении внутрисортной изменчивости качества зерна пшеницы / Э. Д. Неттевич, Н. С. Беркутова, Л. Г. Погорелова // Селекция и семеноводство. – 1983. – № 2. – С. 8–10.

10. Сеитова, А. М. Биотипный состав и блоки компонентов глиадина у мягкой пшеницы Богарная 56 / А. М. Сеитова, Е. В. Метаковский, А. А. Созинов // Цитология и генетика. – 1986. – Т. 20. – № 3. – С. 196–201.

11. Петрова, Н. Н. Применение электрофореза белков для оценки генетического качества сортовых семян в семеноводстве / Н. Н. Петрова, Л. И. Галкова // Междунар. аграр. журн. – 1999. – № 3. – С. 29–31.

12. Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян / В. Г. Конарев [и др.]; ВИР. – СПб, 2000. – 185 с.

13. Конарев, В. Г. Морфогенез и молекулярно-биологический анализ растений / В. Г. Конарев. – СПб.: ВИР, 2001. – 417 с.

14. Алпатьева, Н. В. К вопросу об использовании белковых маркеров в оценке морозостойкости озимой мягкой пшеницы / Н. В. Алпатьева, Н. К. Губарева // Аграр. Россия. – 2002. – № 3. – С. 31–34.

15. Vedenskaja, N. Use of storage protein electrophoresis in the analysis of genetic resources of some cereals. Erhaltung and nutzung pflanzengenetischer resourcen – eine international aufgabe fur naturschutzer / I. Vedenskaja et. al. // Vortage fur pflanzenzuchtung. – 1993. – Vol. 25. – P. 187–201.

16. Пенёва, Т. И. Оценка геномного и хромосомного состава тритикале по белковым маркерам / Т. И. Пенёва [и др.] // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1981. – Т. 70, вып. 2. – С. 55–68.

17. Cooke, R. J. Modern methods for cultivar verification and transgenetic plant challenge / R. J. Cooke // 25th International seed Testing Congress: Abstracts, Pretoria, April 15–24, 1998 / ISTA. – Zurich, 1998. – P. 9–10.

18. Пенёва, Т. И. Белковые маркеры в анализе генетической стабильности сортов пшеницы, содержащих хроматин 1R / Т. И. Пенёва, О. П. Митрофанова, А. В. Конарев // Аграр. Россия. – 2002. – № 3. – С. 35–40.

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЁНОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ, МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА

И. Р. ВИЛЬДФЛУШ, С. С. МОСУР

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: agrohim_bgsha@mail.ru

(Поступила в редакцию 15.03.2021)

В статье описаны исследования и их результаты по влиянию органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность и качество зелёной массы кукурузы при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

В опытах использовался гибрид кукурузы Ладога ФАО 240. Среднеранний, трёхлинейный. Опыты показали: чем больше доза используемых удобрений, тем выше будет полученная урожайность. Также немаловажным было использование некорневых подкормок, которые способствовали не только увеличению урожайности зелёной массы кукурузы, но и улучшению её качества.

В исследованиях определяли влияние основного внесения удобрений, а также некорневых подкормок исследуемыми микроэлементами (Zn, Cu, B) на показатели качества кукурузы, возделываемой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. По результатам проведенных исследований были установлены системы удобрения, которые обеспечивали увеличение урожайности зелёной массы кукурузы и способствовали улучшению её качества и химического состава. Отмечено, что наибольшая урожайность зелёной массы кукурузы (737 ц/га) была в варианте с органоминеральной системой удобрения (60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим–Zn на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀), а наибольшее содержание сырого протеина (11,23 %) было в варианте с органоминеральной системой удобрения (60 т/га на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀).

Содержание азота в зелёной массе кукурузы возрастало с увеличением дозы азотных удобрений. Максимальное значение азота (1,79 %) отмечено в варианте с применением навоза на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀, что на 0,44 % больше фонового варианта. Применение минеральных удобрений в дозе N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ увеличило количество P₂O₅ до 1,14 %. Наибольшее содержание калия в зелёной массе (1,94 %) было в варианте с некорневой подкормкой комплексным удобрением Кристалон в дозе 2 л/га в фазе 6–8 листьев на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀.

Ключевые слова: урожайность, качество, зелёная масса, регуляторы роста.

The article describes studies and their results on the effect of organic, macro-, micronutrient fertilizers and growth regulator on the yield and quality of green mass of corn when cultivated on sod-podzolic light loamy soil.

The experiments used a hybrid of maize Ladoga FAO 240. Medium early, three-line. Experiments have shown that the higher the dose of fertilizers used, the higher the yield will be. Also important was the use of foliar dressings, which contributed not only to an increase in the yield of green mass of corn, but also to its quality improvement.

In the studies, the influence of the main application of fertilizers, as well as foliar feeding with the studied microelements (Zn, Cu, B), on the quality indicators of maize cultivated on sod-podzolic light loamy soil was determined.

Based on the results of research, fertilization systems were established that ensured an increase in the yield of green mass of corn and contributed to the improvement of its quality and chemical composition. It was noted that the highest yield of green mass of maize (73.7 t / ha) was in the variant with an organomineral fertilization system (60 t / ha of manure in combination with foliar feeding with MicroStim-Zn against the background of N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀), and the highest content of crude protein (11.23 %) was in the variant with an organomineral fertilization system (60 t / ha against the background of N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀).

The nitrogen content in the green mass of corn increased with an increase in the dose of nitrogen fertilizers. The maximum nitrogen value (1.79 %) was observed in the variant with the use of manure against the background of N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀, which is by 0.44 % more than the background variant. Application of mineral fertilizers in a dose of N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ increased the amount of P₂O₅ up to 1.14 %. The highest potassium content in the green mass (1.94 %) was in the variant with foliar feeding with Kristalon complex fertilizer at a dose of 2 l / ha in the phase of 6–8 leaves against the background of N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀.

Key words: yield, quality, green mass, growth regulators.

Введение

Кукуруза – одна из наиболее продуктивных и технологичных культур. В зависимости от фазы развития её питательная ценность меняется в пределах от 13–15 до 28–30 к.ед. на 100 кг зелёной массы [14].

По уровню урожайности кукуруза занимает первое место в мире, значительно опережая другие продовольственные и кормовые культуры [12].

Наиболее продуктивной из кормовых культур является кукуруза, возделываемая на силос. В структуре урожая кукурузы более 25 % занимают початки. Силос, приготовленный из такой массы кукурузы, содержит 0,29–0,30 к.ед. в 1 кг корма [13].

В Беларуси возделывание кукурузы на зелёную массу (силос) получило широкое распространение. Поэтому очень важное значение имеет определение в зелёной массе основных питательных веществ [15].

Применение макро- и микроудобрений способствует увеличению урожайности кукурузы, а также и её качественных показателей. Самое существенное влияние на качество зелёной массы кукурузы оказывали азотные удобрения [16].

В последнее время были проведены исследования по определению оптимальных сроков и доз применения удобрений под основные сельскохозяйственные культуры, в том числе и под кукурузу [1, 2].

Из всех агротехнических приёмов применение удобрений оказывает максимальное влияние на рост, развитие и продуктивность кукурузы [3, 4, 5, 6].

При возделывании кукурузы особое внимание обращают на систему удобрения [7].

Кукуруза хорошо отзывается на внесение минеральных удобрений. Особенно важным считается допосевное внесение. Задача допосевого удобрения заключается в обеспечении питанием растений на весь вегетационный период.

Под кукурузу необходимо вносить полное минеральное удобрение с соотношением азота, фосфора и калия 1,5:1:1 или 2:1:1 [8].

Для подкормки в фазе 5–8 листьев следует применять жидкие или твердые азотные и комплексные удобрения [8–11].

Цель исследований – определить влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность и качество кукурузы, возделываемой на зелёную массу.

Основная часть

Исследования проводились на опытном поле «Тушково» УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2018–2020 г. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемой с глубины около 1 метра моренным суглинком.

Почва опытного участка в среднем за 3 года исследований имела слабокислую реакцию почвенной среды, среднюю обеспеченность гумусом и подвижными формами меди и цинка (1,52–3,47 мг/кг; 3,9–4,4 мг/кг), повышенное содержание подвижных форм фосфора (216,8–238,4 мг/кг), повышенное и высокое содержание подвижного калия (291,0–328,0 мг/кг) соответственно по методу Кирсанова (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимические показатели почвы опытного участка перед закладкой опытов

| Год исследования | N, % | pH _{ксл} | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Cu | Zn |
|------------------|------------|----------------------|-------------------------------|------------------|--------|--------|
| 2018 | 1,5 гумуса | м-экв на 100 г почвы | мг/кг почвы | | | |
| | | 5.56 | 238.4 | 291.0 | 3.474 | 4.436 |
| 2019 | 1,5 гумуса | м-экв на 100 г почвы | мг/кг почвы | | | |
| | | 5.24 | 216.8 | 315.8 | 2.566 | 4.001 |
| 2020 | 1,6 гумуса | м-экв на 100 г почвы | мг/кг почвы | | | |
| | | 5.83 | 234.5 | 328.0 | 1.5295 | 3.9107 |

Объектом исследований являлся гибрид кукурузы Ладога ФАО 240. Среднеранний. Включён в госреестр сортов Беларуси в 2012 году. Вегетационный период 106–109 дней.

В опытах применялись удобрения:

– мочевины (46 % N); аммонизированный суперфосфат (30 % P₂O₅, 9 % N); хлористый калий (60 % K₂O), комплексное удобрение для кукурузы, марка 15–12–19 с 0,2 % Zn и 0,1 % B, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси;

– органические удобрения – навоз КРС (влажность 78–79 %, органическое вещество – 21–22 %, N – 0,50–0,52 %, P₂O₅ – 0,21–0,22 % и K₂O – 0,55–0,57 %);

– микроудобрения: Адоб–Zn (6,2 % Zn, 9 % N и 3 % Mg); МикроСтим–Zn (6–8 % Zn, 9–11 % N), МикроСтим–Cu (6–10 % N; 4,5–5,5 % Cu), МикроСтим–ZnB (4,6 %, Zn; 9,3 % N; 3,0 % B; гуминовые вещества – 0,48–6,0 г/л);

– комплексное удобрение Кристалон (N – 18 %; P₂O₅ – 18,0 %; K₂O – 18,0 %; MgO – 3 %; SO₃ – 5 %; B – 0,025 %; Cu (ЭДТА) – 0,01 %; Fe (ЭДТА) – 0,07 %; Mn (ЭДТА) – 0,04 %; Mo – 0,004 %; Zn (ЭДТА) – 0,025 %.);

– регулятор роста растений – Экосил – 5 %-ая водная эмульсия тритерпеновых кислот.

Обработку растений кукурузы проводили в фазу 6–8 листьев регулятором роста растений Экосил (50 мл/га), микроудобрением Адоб–Zn (1,5 л/га), комплексными микроудобрениями с регулятором роста МикроСтим–Zn (1,5 л/га) + МикроСтим–Cu (1 л/га), МикроСтим Zn,B (1,65 л/га), комплексным удобрением Кристалон (2 л/га).

Общая площадь делянки – 25,2 м², учётная – 16,8 м². Повторность четырёхкратная.

Посев кукурузы был произведен сеялкой точного высева СТВ-8К в 2018 г. 5 мая, в 2019 г. – 19 апреля, в 2020 г. – 5 мая.

Применение минеральных удобрений в дозах $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{90}P_{70}K_{120}$ повышало урожайность зеленой массы кукурузы по сравнению с неудобренным контролем в среднем за 3 года на 76 ц/га и 112 ц/га при окупаемости 1 кг NPK кг зеленой массы 35,8 кг и 40,0 кг (табл. 2).

Таблица 2. Влияние макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность зеленой массы кукурузы в среднем за 2018–2019 гг.

| Вариант | Урожайность, ц/га | | | Среднее | Прибавка к контролю, ц/га | Прибавка к фону, ц/га | Окупаемость 1 кг NPK, кг зел. массы |
|---|-------------------|------|------|---------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | | | | |
| Контроль | 260 | 365 | 385 | 336 | – | – | – |
| $N_{60}P_{60}K_{90}$ | 314 | 432 | 490 | 412 | 75,33 | – | 35,8 |
| $N_{90}P_{70}K_{120}$ (стандартные) | 357 | 459 | 530 | 448 | 112,0 | – | 40,0 |
| $N_{90}P_{70}K_{120}$ (с Zn и В) | 384 | 491 | 560 | 478 | 141,66 | – | 50,6 |
| $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ – ФОН | 410 | 511 | 595 | 505 | 168,66 | – | 60,2 |
| $N_{120}P_{80}K_{130} + N_{30} + \text{МикроСтим-Zn}$ | 530 | 729 | 650 | 636 | 299,66 | 131,0 | 90,8 |
| Фон + МикроСтим-Zn | 480 | 564 | 610 | 551 | 214,66 | 46,0 | 76,6 |
| Фон + Адоб-Zn | 488 | 594 | 615 | 565 | 229,0 | 60,33 | 81,7 |
| Фон + МикроСтим-Zn, Cu | 505 | 678 | 630 | 604 | 267,66 | 99,0 | 95,6 |
| Фон + Кристалон | 518 | 729 | 672 | 639 | 303,0 | 134,33 | 108,2 |
| Фон + Экосил | 458 | 538 | 625 | 540 | 203,66 | 35,0 | 72,7 |
| Фон + МикроСтим-ZnВ | 495 | 656 | 625 | 592 | 255,33 | 86,66 | 91,2 |
| Навоз 60 т/га + фон ($N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$) | 626 | 756 | 710 | 697 | 360,66 | 192,0 | – |
| Навоз 60 т/га + фон ($N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$) + МикроСтим-Zn | 696 | 796 | 720 | 737 | 400,66 | 232,0 | – |
| НСР ₀₅ | 24,0 | 27,5 | 21,1 | 20,98 | – | – | – |

Новое специализированное комплексное удобрение для кукурузы с цинком и бором увеличивало урожайность зеленой массы кукурузы по сравнению с внесением в эквивалентной дозе $N_{90}P_{70}K_{120}$ мочевины, аммонизированного суперфосфата и хлористого калия на 30 ц/га, что на 142 ц/га больше контрольного варианта.

Эффективным приёмом увеличения урожайности зелёной массы кукурузы было применение некорневых подкормок микроэлементов. Некорневые подкормки на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ Адоб Zn, МикроСтим Zn, МикроСтим Zn, Cu и МикроСтим Zn, В повышали урожайность зеленой массы кукурузы на 60, 46, 99 и 87 ц/га при окупаемости 1 кг NPK кг зеленой массы 81,7, 76,6, 95,6 и 91,2 кг соответственно.

Обработка посевов кукурузы регулятором роста Экосил на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ повышала урожайность зеленой массы по сравнению с фоном на 35 ц/га. Сочетание навоза и минеральных удобрений обеспечивало самую высокую урожайность зеленой массы. При внесении 60 т навоза + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ и 60 т/га навоза + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ + МикроСтим Zn урожайность зеленой массы составила 697 и 737 ц/га.

Подкормка комплексным удобрением нидерландского производства Кристалон на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ увеличивала урожайность зеленой массы по сравнению с фоновым вариантом на 134 ц/га при высокой окупаемости 1 кг NPK кг зеленой массы кукурузы (108 кг).

Более высокая урожайность зеленой массы кукурузы при минеральной системе удобрений была в варианте с применением МикроСтим Zn на фоне высоких доз минеральных удобрений $N_{120}P_{80}K_{130} + N_{30}$, которая составила 636 ц/га.

В опытах определяли содержание основных макро (NPK) и микроэлементов (Cu, Zn), необходимых для роста и развития кукурузы. Минимальное содержание азота (1,09 %) в зеленой массе кукурузы было в контрольном варианте без применения удобрений (табл. 3).

Содержание азота в зелёной массе кукурузы возрастало с увеличением дозы азота во вносимых удобрениях. Максимальное значение (1,79 %) было в варианте с применением навоза на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$, что на 0,44 % больше фонового варианта. Применение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$ не повлияло на увеличение содержания азота в зеленой массе кукурузы. Это связано с тем, что азот увеличивал урожайность зелёной массы в данном варианте с 336 ц/га (на контроле) до 412 ц/га (в варианте с применением $N_{60}P_{60}K_{90}$). Происходило биологическое разбавление урожая. В результате чего не изменилось содержание азота.

Содержание азота в фоновом варианте с применением минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ составило 1,35 %.

Таблица 3. Влияние систем удобрения на качество зелёной массы кукурузы в среднем за 2018–2020 гг.

| Варианты | Химические анализы зелёной массы кукурузы в среднем за 2018–2020 гг. | | | | | | | | |
|--|--|-----------------------------------|---------------------|-----------|-----------|---------------|--------------|-------------------|------------------|
| | N, % | P ₂ O ₅ , % | K ₂ O, % | Cu, мг/кг | Zn, мг/кг | Сырая зола, % | Сырой жир, % | Сырая клетчатка % | Сырой протеин, % |
| Контроль | 1,09 | 0,52 | 1,35 | 2,04 | 5,76 | 5,92 | 1,08 | 23,40 | 6,83 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ | 1,10 | 0,90 | 1,52 | 2,56 | 9,51 | 5,53 | 0,78 | 24,23 | 6,92 |
| N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ (стандартные) | 1,23 | 0,58 | 1,58 | 2,82 | 10,88 | 5,32 | 1,08 | 23,19 | 7,70 |
| N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ (с Zn и B) | 1,37 | 0,79 | 1,50 | 2,23 | 14,95 | 5,30 | 1,06 | 22,34 | 8,56 |
| N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ – ФОН | 1,35 | 1,14 | 1,65 | 2,46 | 12,00 | 5,93 | 1,24 | 22,46 | 8,43 |
| N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₃₀ + N ₃₀ + МикроСтим–Zn | 1,43 | 0,95 | 1,53 | 2,46 | 14,01 | 5,95 | 1,14 | 21,99 | 8,93 |
| Фон + МикроСтим–Zn | 1,38 | 1,08 | 1,70 | 2,73 | 11,71 | 5,62 | 0,99 | 23,59 | 8,66 |
| Фон + Адоб–Zn | 1,44 | 0,80 | 1,65 | 2,54 | 13,81 | 5,64 | 1,16 | 22,87 | 9,03 |
| Фон + МикроСтим–Zn, Cu | 1,35 | 0,84 | 1,69 | 4,72 | 25,41 | 5,28 | 1,10 | 22,78 | 8,46 |
| Фон + Кристалон | 1,46 | 1,07 | 1,94 | 3,77 | 21,09 | 5,92 | 1,22 | 23,32 | 9,12 |
| Фон + Экосил | 1,39 | 0,89 | 1,65 | 2,52 | 12,84 | 5,52 | 1,15 | 22,50 | 8,73 |
| Фон + МикроСтим–ZnB | 1,42 | 0,86 | 1,70 | 2,83 | 15,63 | 5,87 | 1,16 | 22,58 | 8,91 |
| Навоз 60 т/га + фон (N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀) | 1,79 | 0,97 | 1,73 | 2,90 | 17,46 | 6,02 | 1,14 | 22,09 | 11,23 |
| Навоз 60 т/га + фон (N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀) + МикроСтим–Zn | 1,70 | 0,97 | 1,65 | 2,55 | 20,19 | 4,92 | 1,21 | 21,91 | 10,67 |
| НСР ₀₅ | 0,323 | 0,173 | 0,179 | 0,958 | 9,884 | 1,289 | 0,693 | 2,733 | 1,789 |

Минимальное содержание фосфора в зелёной массе кукурузы (0,52 %), также, как и по содержанию азота, имел вариант без применения удобрений. Применение минеральных удобрений в дозе N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ (фон) увеличило количество P₂O₅ до 1,14 %. В варианте с внесением нового комплексного удобрения с бором и цинком содержание фосфора в зелёной массе кукурузы выросло по сравнению с вариантом, где использовались в эквивалентной дозе минеральные удобрения (N₉₀P₇₀K₁₂₀), на 0,21 %. Во всех остальных вариантах применения удобрений содержание фосфора было практически одинаковым.

Как и по предыдущим элементам питания (азот, фосфор), минимальное содержание калия в зелёной массе кукурузы было (1,35 %) в варианте без внесения удобрений.

В зелёной массе варианта (N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀) содержалось 1,65 % калия. К максимальному увеличению содержания калия в зелёной массе (1,94 %) привело применение некорневой подкормки комплексным удобрением Кристалон в дозе 2 л/га в фазе 6–8 листьев на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀.

В контрольном варианте без применения удобрений было минимальное содержание цинка в зелёной массе 5,76 мг/кг.

Накопление меди в зелёной массе среди всех вариантов было наибольшим в варианте с применением некорневой подкормки МикроСтим–Zn, Cu на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ и составило 4,72 мг/кг, что на 2,26 мг/кг больше фонового варианта. Так же выше содержания меди имел вариант с применением некорневой подкормки комплексным удобрением Кристалон на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀. Содержание меди в зелёной массе в данном варианте составило 3,77 мг/кг.

В фоновом варианте (N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀) содержание цинка в зелёной массе составило 12,0 мг/кг. Максимальное содержание цинка в зелёной массе кукурузы среди всех применяемых систем удобрений было в варианте с применением некорневой подкормки МикроСтим–Zn, Cu на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ и составило 25,41 мг/кг, что на 13,41 мг/кг выше фонового варианта.

Применение минеральных макро-, и микроудобрений, регулятора роста и органических удобрений не способствовали увеличению содержания сырой золы по сравнению с контрольным вариантом без удобрений.

Наименьшее содержание сырого жира было в варианте с применением минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₉₀ (0,78 %). В неудобренном контрольном варианте содержание сырого жира существенно не отличалось от всех других применяемых систем удобрения в опыте и составило 1,08 %.

Содержание сырой клетчатки во всех вариантах опыта колебалось на одном уровне от 21,91 % до 24,23 %.

Содержание сырого протеина в варианте без применения удобрений было минимальным, также, как и содержание азота, и составило 6,83 %.

Содержание сырого протеина находится в прямой зависимости от содержания азота в зелёной массе кукурузы. Максимальное содержание сырого протеина в зелёной массе кукурузы было в вариантах с применением 60 т/га навоза на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ и 60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим–Zn на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ и составило 11,23 и 10,67 % соответственно. Все остальные применяемые системы удобрения существенно не отличались от фонового варианта.

Заключение

Сочетание навоза и минеральных удобрений обеспечивало самую высокую урожайность зеленой массы кукурузы. При внесении 60 т навоза + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ и 60 т/га навоза + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ + МикроСтим Zn урожайность зеленой массы составила 697 и 737 ц/га.

Содержание азота в зелёной массе кукурузы возрастало с увеличением дозы азота во вносимых удобрениях. Максимальное значение (1,79 %) было в варианте с применением навоза на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$, что на 0,44 % больше фонового варианта. Применение минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ способствовало наибольшему (1,14 % P_2O_5) увеличению содержанию фосфора в зелёной массе кукурузы. К максимальному увеличению содержания калия в зелёной массе (1,94 %) привело применение некорневой подкормки комплексным удобрением Кристалон в дозе 2 л/га в фазе 6–8 листьев на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$. Количество меди в зелёной массе среди всех вариантов было максимальным в варианте с применением некорневой подкормки МикроСтим–Zn, Cu на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ и составило 4,72 мг/кг, что на 2,26 мг/кг больше фонового варианта. Максимальное содержание цинка в зелёной массе кукурузы среди всех применяемых систем удобрений было в варианте с применением некорневой подкормки МикроСтим–Zn, Cu на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ и составило 25,41 мг/кг, что на 13,41 мг/кг выше фонового варианта. Наибольшее содержание сырого протеина в зелёной массе кукурузы было в вариантах с применением 60 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ и 60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим–Zn на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ и составило 11,23 и 10,67 % соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афендулов, К. П. Минеральное питание и удобрение кукурузы / К. П. Афендулов. – Киев. 1966. – 259 с.
2. Кукуруза (Выращивание, уборка, консервирование и использование) / Под. ред. Д. Шпаара. – 2009. – 390 с.
3. Агафанов, Е. В. Система удобрения гибридов кукурузы при выращивании на зерно / Е. В. Агафанов, А. А. Батаков // Кормопроизводство. – 2002. – №5. – С. 18–20.
4. Даниленко, Ю. Л. Совершенствование технологий возделывания кукурузы – основной путь повышения урожайности / Ю. Л. Даниленко, Т. А. Любименко // Кукуруза и сорго. – 2003. – № 6. – С. 2–3.
5. Семина, С. А. Продуктивность кукурузы в Пензенской области / С. А. Семина // Нива Поволжья. – 2009. – № 4(13). – С. 55–59.
6. Слюдеев, Ю. А. Продуктивность гибридов кукурузы при различной густоте состояния растений и дозах удобрений на выщелоченных черноземах Рязанской области / Ю. А. Слюдеев // Кукуруза и сорго. – 2003. – № 4. – С. 6–8.
7. Агеев, В. В. Система удобрения сельскохозяйственных культур / В. В. Агеев, А. Н. Есаулко // Системы земледелия Ставрополя: под общ. ред. А. А. Жученко, В. И. Трухачева. – Ставрополь: изд-во АГРУС, 2011. – С. 244–253.
8. Сотченко, В. С. Технология возделывания кукурузы / В. С. Сотченко, В. Н. Багринцева // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 2. – С. 79–84.
9. Багринцева, В. Н. Сроки сева и продуктивность гибридов кукурузы / В. Н. Багринцева, Т. И. Борщ // Селекция, семеноводство, производство зерна кукурузы, матер. Науч.-практ. конференции. – Пятигорск. – 2002. – С. 137–141.
10. Багринцева, В. Н. Влияние раннего срока сева на урожайность новых гибридов кукурузы / В. Н. Багринцева, Г. Н. Сухоярская, С. В. Никитин // Земледелие, 2011. № 6. – С. 31–32.
11. Пенчуков, В. М. Технология возделывания основных полевых культур / В. М. Пенчуков, Г. Р. Дорожко // Основы систем земледелия Ставрополя: учеб. пособие / под общ. ред. В. М. Пенчукова, Г. Р. Дорожко. – Ставрополь, 2005. – С. 283–332.
12. Юмагулов, Г. Л. Технология возделывания кукурузы в Казахстане / Г. Л. Юмагулов, – автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Харьков, 1989. – С. 12–13.
13. Кушенов, Б. М. Агробиологические основы совершенствования технологии возделывания кукурузы на силос и его использование в условиях Северного Казахстана / Б. М. Кушенов, – автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – М., 2008. – С. 12–13.
14. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н. Ф. Надточаев; НИЦ НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.
15. Богданов, Г. А. Кормление сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / Г. А. Богданов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 624 с.
16. Смольский, В. Г. Влияние жидких комплексных удобрений на основе КАС на урожайность и качество зеленой массы кукурузы: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / В. Г. Смольский. – Минск, 2004. – 108 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНОГО ЦЕНОЗА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМЫ ВЫСЕВА СЕМЯН

Н. В. СТЕПАНОВА

РУП «Институт льна»,
аг. Устье, Республика Беларусь, 211003, e-mail: natali1673@mail.ru

(Поступила в редакцию 15.03.2021)

По своей биологической особенности лен масличный формирует разветвленную зонтиковидную кисть, продуктивность которой зависит от плодородия почвы, обеспеченности растений влагой и элементами питания, а также от площади их питания, которая регулируется нормой высева семян. На опытном поле РУП «Институт льна» проведены исследования по определению урожайности семян льна масличного в зависимости от их нормы высева на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с содержанием гумуса 1,85–1,90 %, подвижных форм фосфора 180–261, калия 150–200 мг/кг; обменной кислотностью почвы pH_{KCl} 5,0–5,5. Нормы высева семян из расчета 5,0, 6,0, 8,0, 10,0 млн шт./га изучались с использованием трех отечественных сортов льна масличного на фоне минерального питания: азота 60–90, фосфора 60, калия 90 кг/га д.в. В условиях северо-восточной части Беларуси для формирования высокоурожайного ценоза льна масличного оптимальная густота стеблестоя на квадратном метре должна составлять 500–700 штук, которая достигается при посеве 6–8 млн всхожих семян на гектар и зависит от условий вегетации. При удовлетворительных погодных условиях периода вегетации высокая урожайность семян формируется при посеве 6 млн шт. всхожих семян на гектар, при дефиците влаги целесообразно повышать норму на 20 % до 8 млн шт./га. Увеличение гектарной нормы высева семян льна масличного до 10,0 млн шт. снижает продуктивную нагрузку соцветия по количеству коробочек на растении на 14–18 %, содержание в семенах сырого жира на 2,0–2,8 % и повышает урожайность льняной соломы на 7–16 %.

Ключевые слова: лен масличный, норма высева семян, урожайность, масличность, погодные условия.

According to its biological characteristics, oil flax forms a branched umbrella-shaped raceme, the productivity of which depends on the fertility of the soil, the supply of plants with moisture and nutrients, as well as on the area of their nutrition, which is regulated by the rate of sowing of seeds. On the experimental field of RUE "Institute of Flax", studies were carried out to determine the yield of oil flax seeds depending on their seeding rate on sod-podzolic medium loamy soil with a humus content of 1.85–1.90 %, mobile forms of phosphorus 180–261, potassium 150–200 mg / kg; exchange acidity of soil pH_{KCl} 5.0–5.5. The seeding rates of seeds at the rate of 5.0, 6.0, 8.0, 10.0 million pcs / ha were studied using three domestic varieties of oil flax against the background of mineral nutrition: nitrogen 60–90, phosphorus 60, potassium 90 kg / ha of acting agent. In the northeastern part of Belarus, for the formation of a high-yielding oil flax cenoosis, the optimal stalk density per square meter should be 500–700 pieces, which is achieved by sowing 6–8 million viable seeds per hectare and depends on the growing conditions. Under satisfactory weather conditions during the growing season, a high yield of seeds is formed when sowing 6 million pieces of viable seeds per hectare. With a moisture deficit, it is advisable to increase the rate by 20 % to 8 million pieces / ha. An increase in hectare rate of seeding oil flax seeds to 10.0 mln pieces reduces the productive load of inflorescence according to the number of bolls per plant by 14–18 %, the content of crude fat in the seeds – by 2.0–2.8 %, and increases the yield of flax straw by 7–16 %.

Key words: oil flax, seeding rate, yield, oil content, weather conditions.

Введение

Для формирования оптимальной густоты продуктивного стеблестоя наряду с агроклиматическими условиями (плодородием почвы, обеспеченностью влагой, поступлением ФАР и т.д.) большую роль играет норма высева семян, определяющая величину урожая сельскохозяйственной культуры. Создание оптимальной плотности ценоза льна масличного обеспечивает максимальное использование биоклиматического потенциала поля, формирование максимально возможного количества и качества продукции [1, 2, 3]. Норма высева семян определяет площадь питания растений, их обеспеченность минеральными элементами, влагой и светом. Оптимизируя структуру посевов, можно мобилизовать фотосинтетическую деятельность растений и фотосинтетический потенциал посевов, которые тесно коррелируют со способом посева и нормой высева семян [4, 5]. Повышение нормы высева семян увеличивает конкурентную способность льна масличного с сорной растительностью, что приводит к уменьшению засоренности по количеству и массе сорняков в ценозе [6].

На определение оптимальной нормы высева семян льна масличного существенно влияют условия вегетации растений (погода, состояние почвы), особенно при закладке репродуктивных органов и в период созревания плодов [7, 8]. На серых лесных почвах Тульской и Свердловской областей лучшей гектарной нормой высева для льна масличного установлена 8–9 млн всхожих семян [9, 10]; на южных черноземах Волгоградской области 5,5 [11]; на дерново-карбонатной почве Ленинградской области 4–6 [8]; в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья 7,5 млн всхожих семян [12].

Цель исследований заключалась в установлении оптимального параметра стеблестоя льна масличного для формирования высокой продуктивности семян отечественных сортов при возделывании на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве.

Основная часть

Установление оптимальной нормы высева семян льна масличного осуществлялось на опытном поле РУП «Институт льна» Оршанского района, Витебской области на дерново-подзолистой средне-суглинистой почве, развивающейся на лессовидном пылеватом суглинке, подстилаемом с глубины 100 см мареной, содержащей гумуса 1,85–1,90 %, подвижных форм фосфора 180–261, калия 150–200 мг/кг почвы, рН(КС1) 5,0–5,5.

Опыты закладывались, согласно общепринятой методике проведения полевых опытов, в четырехкратной повторности с общей площадью делянки 28, учетной – 15 м² [13]. Минеральные удобрения вносили весной в виде двойного суперфосфата, хлористого калия, КАСа, борной кислоты, сульфата цинка из расчета: азота 40–90, фосфора 60, калия 90, цинка 1,0, бора 0,5 кг/га д.в. Обработка почвы включала осеннюю вспашку на глубину пахотного слоя 20 см, весеннюю культивацию для «закрытия влаги» на глубину 5–7 см, вторую культивацию для заделки минеральных удобрений на глубину 8–10 см, предпосевную обработку почвы агрегатом АКШ-6. Посев льна осуществлялся сеялкой Саксония с шириной междурядий 10 см (рядовой способ посева). Против сорной растительности посевы обрабатывались композиционным составом Агритокс, 0,7 + Секатор турбо, 0,05 (фаза «ёлочка») + Миура, 1,0 л/га (через 7 дней); против болезней льна – Феразим, 1,0 л/га. Уборка посева осуществлялась терблением (ТЛН-1,5) с последующей вязкой стеблей в снопы и ручным обмолотом. Содержание масла в семенах определяли методом Сокслетта.

В условиях засушливого 2015 (ГТК 0,8) и слабозасушливого 2014 (ГТК 1,1) периодов вегетации культуры на фоне азотно-фосфорно-калийного удобрения 60:60:90 кг/га д.в. изучались нормы высева семян из расчета 5, 6, 8, 10 млн штук на гектар с использованием среднеспелого сорта Салют и раннеспелого сорта Фокус селекции РУП «Институт льна».

Полевая всхожесть семян льна составила: сорта Салют 87,8–89,8 %; сорта Фокус 91,7–92,8 % и не зависела от нормы высева семян (табл. 1). При посеве 5,0 млн всхожих семян на гектар стеблестой сортов в фазе полных всходов достигал 439–464 шт./м². Увеличение нормы высева семян на 20 % (6 млн шт./га) обеспечило повышение количества продуктивных стеблей на квадратном метре на 19–23 %; на 60 % (8 млн шт./га) – на 59–62 % по отношению к стартовой норме высева семян. Увеличивая норму до 10,0 млн семян на гектар число стеблей повышалось до 879–917 шт./м², или в 2 раза.

Таблица 1. Влияние норм высева семян льна масличного на полевую всхожесть, фаза полные всходы, 2014–2015 гг.

| Норма высева семян | | Сорт льна масличного | | | |
|-------------------------|-----|----------------------|------|--------------------|------|
| млн шт./га | % | Салют | | Фокус | |
| | | шт./м ² | % | шт./м ² | % |
| 5 | 100 | 439 | 87,8 | 464 | 92,8 |
| 6 | 120 | 539 | 89,8 | 552 | 92,0 |
| 8 | 160 | 713 | 89,1 | 736 | 92,0 |
| 10 | 200 | 879 | 87,9 | 917 | 91,7 |
| <i>НСР₀₅</i> | | 46,8 | | 52,5 | |

В среднем за 2014–2015 годы исследований норма высева семян льна масличного 5 млн штук на гектар сформировала урожайность семян сортов Салют и Фокус 15,3–16,3 ц/га (табл. 2). При норме высева 6 млн шт./га всхожих семян урожайность увеличивалась до 18,3–18,4 ц/га (на 13–20 %), при норме высева 8 млн шт./га – до 18,8–19,1 ц/га (на 17–23 %), при норме высева 10 млн шт./га – до 19,2–19,4 ц/га (на 19–25 %). Увеличение нормы высева семян повышало урожайность соломы льна с 5 до 6 млн шт./га на 25–29 %, до 8 млн шт./га – на 33–37 %, до 10 млн шт./га – на 45–46 %.

Таблица 2. Влияние норм высева семян льна масличного на урожайность льнопродукции, 2014–2015 гг.

| Норма высева семян | Урожайность соломы, ц/га | Урожайность семян, ц/га | | | | | | Содержание масла в семенах, % |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------|-----|----------|-----|--------------------------|-----|-------------------------------|
| | | 2014 год | +/- | 2015 год | +/- | среднее за 2014-2015 гг. | +/- | |
| Сорт льна масличного Салют | | | | | | | | |
| 5 млн шт./га | 25,5 | 14,3 | - | 18,3 | - | 16,3 | - | 42,7 |
| 6 млн шт./га | 31,8* | 16,6* | 2,3 | 20,2* | 1,8 | 18,4 | 2,1 | 44,1 |
| 8 млн шт./га | 34,0* | 16,9 | 2,6 | 21,2* | 2,9 | 19,1 | 2,8 | 43,6 |
| 10 млн шт./га | 37,0* | 17,2 | 2,9 | 21,6 | 3,3 | 19,4 | 3,1 | 41,3 |
| <i>НСР₀₅</i> | 2,0-2,2 | 0,66 | - | 0,78 | | | | |
| Сорт льна масличного Фокус | | | | | | | | |
| 5 млн шт./га | 25,3 | 14,2 | - | 16,4 | - | 15,3 | - | 44,8 |
| 6 млн шт./га | 32,7* | 17,6* | 3,4 | 19,0* | 2,6 | 18,3 | 3,0 | 45,0 |
| 8 млн шт./га | 34,6 | 17,9 | 3,7 | 19,8* | 3,4 | 18,8 | 3,5 | 44,6 |
| 10 млн шт./га | 36,9* | 18,0 | 3,8 | 20,4 | 4,0 | 19,2 | 3,9 | 42,6 |
| <i>НСР₀₅</i> | 2,1-2,5 | 0,64 | - | 0,76 | | | | |

* – достоверное различие урожайности к предыдущей норме высева семян при наименьшей существенной разности 5 %.

В условиях слабо засушливого 2014 года достаточной установлена норма высева 6 млн всхожих семян на гектар при урожайности семян 16,6–17,6 ц/га. Дальнейшее увеличение гектарной нормы не обеспечивало достоверной прибавки урожайности семян по отношению к норме высева семян 6 млн шт./га. В засушливом 2015 году максимальная урожайность семян 19,8–21,2 ц/га получена при норме высева 8 млн шт./га. Дальнейшее повышение нормы высева семян до 10 млн шт./га обеспечило только положительную тенденцию к увеличению урожайности семян на 0,4–0,6 ц/га, но достоверно увеличивало урожайность соломы льна масличного на 2,3–3,0 ц/га, или на 7–9 %.

Сильная зависимость нормы высева от погодных условий подтверждается проведенными исследованиями с использованием позднеспелого сорта Брестский. В благоприятных почвенно-климатических условиях 2012 года (ГТК 1,5) для получения урожайности семян данного сорта 19,8 ц/га достаточно было сформировать ценоз с нормой высева 6,0 млн шт./га на фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{90}$ (коэффициент детерминации полинома второй степени $r^2 = 0,99$) (рис. 1). Повышение дозы минерального азота до 90 кг/га д.в. не влияло на урожайность семян. В 2011 году (ГТК 1,3), когда формирование семян происходило при высокой температуре воздуха и дефиците осадков (ГТК за июнь месяц 0,8), что снижало жизнеспособность пыльцевых зерен и обеспечивало низкую продуктивность соцветия льна, максимальная урожайность семян 13,3 ц/га получена при норме высева 10 млн шт./га и 60 кг/га минерального азота ($r^2 = 0,70$) (рис. 2). Достоверная прибавка по отношению к норме высева семян 8 млн шт./га составила 1,2 ц/га (10 %), по отношению к дозе азота 90 кг/га д.в. 0,8 ц/га (6 %).

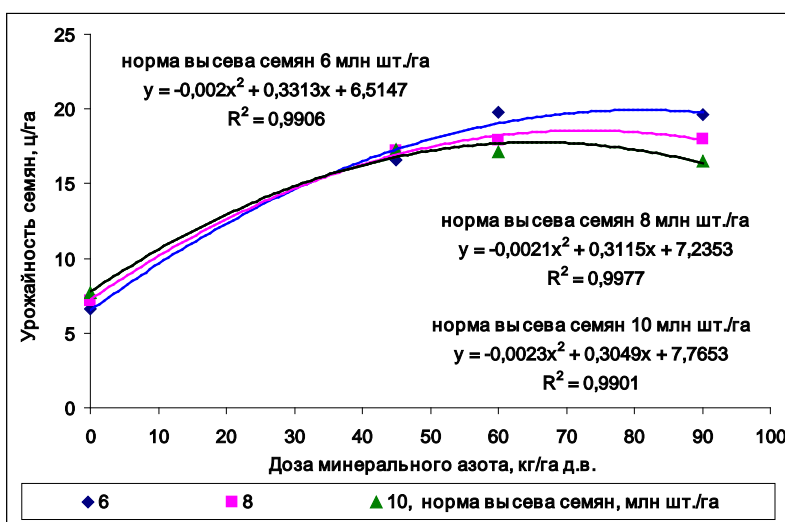


Рис. 1. Зависимость урожайности семян льна масличного от нормы высева семян и дозы минерального азота в благоприятных условиях 2012 года

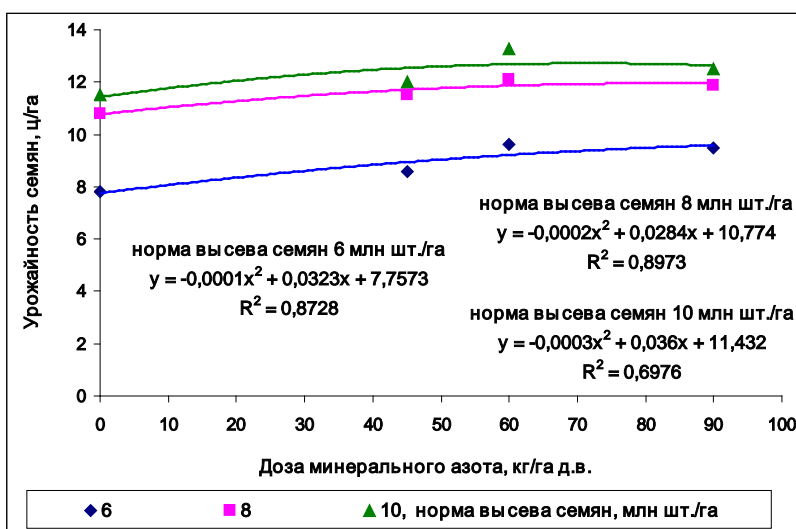


Рис. 2. Зависимость урожайности семян льна масличного от нормы высева семян и дозы минерального азота в засушливых условиях 2011 года

Под масличностью семян понимается содержание в них сырого жира и сопровождающих веществ, переходящих вместе с жиром в эфирную вытяжку из исследуемых семян. Масличность семян зависит от сорта, почвенных и погодных условий вегетации льна, режима питания и агротехники возделывания культуры [14, 15].

В среднем за два года исследований у сортов Салют и Фокус при норме высева семян 5 млн шт./га масличность семян составляла 42,7–44,8 %. При высеве семян 6 млн шт./га содержание масла повышалось на 1,4 % только у среднеспелого сорта Салют. С увеличением нормы высева семян льна масличного с 6 до 10 млн шт./га у обоих сортов содержание масла в семенах снижалось с 44–45 до 41–43 %.

С увеличением нормы высева семян льна масличного установлено снижение образования коробочек на растении за счет слабого ветвления стебля. При высеве 5 млн штук семян на гектар у сорта Салют при стеблестое 439 шт./м² на растении сформировалось 15,6 коробочек (рис. 3). С увеличением числа продуктивных стеблей до 539 шт./м² (6 млн шт./га семян) наблюдалось снижение количества коробочек на растении на 4 %, до 713 шт./м² (8 млн шт./га семян) – на 15 %. Высокая плотность стеблестоя 879 шт./м², сформировавшаяся при норме высева семян 10 млн шт./га, снижала количество коробочек на растении на 26 %.

Норма высева семян не оказывала влияния на наступление основных фаз развития льна масличного, но повышение её до 10 млн шт./га увеличило продолжительность вегетационного периода на 2–4 дня.

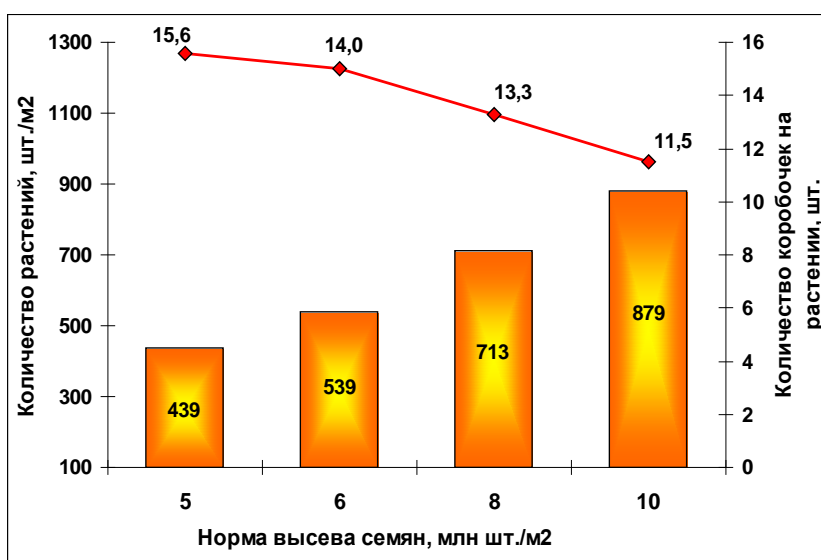


Рис. 3. Влияние нормы высева семян льна масличного на формирование коробочек на растении, сорт Салют, 2014–2015 гг.

Заключение

В условиях северо-восточной части Беларуси для формирования высокоурожайного ценоза льна масличного оптимальная густота стеблестоя составляет 500–700 шт./м², которая достигается при посеве 6–8 млн всхожих семян на гектар и зависит от условий вегетации. При удовлетворительных погодных условиях периода вегетации культуры достаточная норма высева семян на гектар 6 млн штук; при дефиците влаги целесообразно повышать норму на 20 % до 8 млн шт./га. Норма высева 10 млн шт./га обеспечила максимальную урожайность семян только в 2011 году при формировании урожая в условиях высокой температуры воздуха и дефицита осадков, что обеспечило слабую жизнеспособность пыльцевых зерен и низкую продуктивность соцветия льна масличного. Повышение нормы высева семян снижает продуктивную нагрузку соцветия льна масличного: с 5 до 6 млн шт./га – количество коробочек на растении снижается на 10 %, до 8 млн шт./га – на 15 %, до 10 млн шт./га – на 26 %. С увеличением высева семян льна масличного с 6 до 10 млн шт./га снижается содержание масла в семенах с 44–45 до 41–43 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тулькубаева, С. А. Влияние сроков посева и норм высева на продуктивность льна масличного в условиях северного кавказа / С. А. Тулькубаева, В. Г. Васин, Д. Б. Жамалова // Вестник уральской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 34–39.

2. Дорожко, Г. Р. Эффективность применения гербицидов и их баковых смесей в посевах льна масличного / Г. Р. Дорожко, О. Г. Шабалдас, А. А. Сентябрев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 4. – С. 64–67.
3. Кочкин, А. С. Оптимизация минерального питания льна масличного на черноземе выщелоченном / А. С. Кочкин, А. Н. Есаулко // Плодородие. – 2010. – № 2. – С. 34–35.
4. Синягин, И. И. Площади питания растений / И. И. Синягин. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 384 с.
5. Продуктивность и фотосинтетическая деятельность льна масличного ВНИИМК 620 при разных способах посева и нормах высева / В. Н. Гореева [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 1. – С. 40–43.
6. Дорожко, Г. Р. Влияние нормы высева семян льна масличного на конкурентную способность в борьбе с сорной растительностью / Г. Р. Дорожко, В. М. Пенчуков, А. А. Сентябрев // Защита и карантин растений. – 2014. – № 1. – С. 24–25.
7. Айссотоде, Й. З. Продуктивность сортов льна масличного в зависимости от нормы высева в условиях Ленинградской области: дис. ... канд. с-х. наук: 06.01.01 / Й. З. Айссотоде. – Санкт-Петербург, 2017. – 123 с.
8. Корепанова, К. В. Реакция льна масличного на абиотические условия и приемы посева в Среднем Предуралье: автореф. дис. ... канд. с-х. наук: 06.01.01 / К. В. Корепанова; ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Уфа, 2016. – 20 с.
9. Егорова, Н. С. Приемы повышения продуктивности льна масличного в условиях нечерноземной зоны России: автореф. дис. ... канд. с-х. наук: 06.01.01 / Н. С. Егорова; ФГБОУ ВО РГАТУ им. П. А. Костычева. – Кинель, 2018. – 21 с.
10. Синякова, О. В. Особенности технологии возделывания льна масличного на Среднем Урале: автореф. дис. ... канд. с-х. наук: 06.01.01 / О. В. Синякова; ФГБОУ ВО Самарская ГСХА. – Усть-Кинельский, 2017. – 20 с.
11. Голев, А. А. Совершенствование агротехнических приемов возделывания льна масличного на южных черноземах Волгоградской области: автореф. дис. ... канд. с-х. наук: 06.01.01 / А. А. Голев; ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. – Волгоград, 2018. – 20 с.
12. Наумчик, Д. А. Основные элементы технологии возделывания льна масличного в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья: автореф. дис. ... канд. с-х. наук: 06.01.09 / Д. А. Наумчик; ФГОУ ВПО Ставропольский ГАУ. – Ставрополь, 2004. – 20 с.
13. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
14. Шевцова, Л. П. Агробиологические особенности и продуктивность традиционных и редких видов масличных культур в засушливом Поволжье / Л. П. Шевцова, Н. А. Шьюрова, А. В. Каленюк // Нива Поволжья. – 2008. – № 4 (9). – С. 36–39.
15. Адаптивные технологии возделывания масличных культур / С. В. Гаркуша [и др.]. – Краснодар: ООО «Альбатрос Плюс», 2011. – 184 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В 2015–2020 ГОДАХ В УСЛОВИЯХ ГСХУ «ГОРЕЦКАЯ СОРТОИСПЫТАТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ»

А. В. ДВОЙНИШНИКОВ, В. Н. ИСАЧЕНКО

ГСХУ «Горецкая сортоиспытательная станция»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

Д. В. КАРАУЛЬНЫЙ, А. С. МАСТЕРОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: doktormaster@mail.ru

(Поступила в редакцию 17.03.2021)

Общая посевная площадь озимой пшеницы в 2019 году в Беларуси составила 569,8 тыс. га. Новые сорта несут в себе новые качества, которые необходимо в конкретных почвенно-климатических условиях изучать и сравнивать, проводить их оценку, для принятия решения о возможности их районирования или выбраковки.

Оценка сортов проводилась в ГСХУ «Горецкая сортоиспытательная станция» Могилевской области. Всего в 2015–2020 годах в сортоиспытании находилось 58 сортов ранней группы спелости, 10 сортов поздней группы и 4 гибрида озимой пшеницы.

В среднем за годы исследований в ранней группе лучше, по сравнению с контрольным сортом Мроя, по урожайности зерна показали себя сорта Амелия, Апертус, Аркадия, Архитект, Балитус, Изюминка, Кварн, КВС Малибу, КВС Спенсер, КВС Эмиль, Понтикус, Торпеда, Тотем, Фаустус, Эликсер и KW 3844-5-07. В поздней группе выше урожайность в среднем за годы исследований была получена у сортов Гирлянда, Тоннаж и Этюд. Среди гибридов лучший показатель урожайности зерна был в среднем у гибрида Хайлукс.

На основании конкурсного сортоиспытания в ГСХУ «Горецкая сортоиспытательная станция», можно рекомендовать для включения в Государственный реестр сортов Республики Беларусь для возделывания в условиях северо-восточной части Беларуси сорт ранней группы Аркадия (Польша) и сорт поздней группы Гирлянда (Беларусь).

Перспективными следует признать сорта Балитус (Австрия), Понтикус (Германия), Фаустус (Германия), и Эликсер (Германия), Апертус (Германия), Архитект (Германия), Амелия (Беларусь) и Тотем (Германия). Из поздней группы перспективным можно считать сорт Тоннаж (Германия), который превысил контрольный сорт Ядвися. Из гибридов можно рекомендовать для возделывания в условиях производства гибрид Хайгардо (Германия), который отличается невысокой нормой высева (1,7 млн шт/га) по сравнению с районированными сортами (4,5–5,0 млн шт/га).

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, гибрид, урожайность, конкурсное сортоиспытание.

The total sown area of winter wheat in 2019 in Belarus amounted to 569.8 thousand hectares. New varieties carry new qualities that need to be studied and compared in specific soil and climatic conditions, that need to be evaluated to make a decision on the possibility of their release or rejection.

The evaluation of the varieties was carried out at the State Agricultural Institution «Horki Variety Testing Station» in Mogilev region. In total, in 2015–2020, the variety tests included 58 varieties of early ripeness group, 10 varieties of the late group and 4 winter wheat hybrids.

On average over the years of research in the early group, the following varieties were better in comparison with the control variety Mroia according to grain yield: Amelia, Apertus, Arcadia, Architect, Balitus, Iziuminka, Kvarn, KVS Malibu, KVS Spencer, KVS Emil, Pontikus, Torpeda, Totem, Faustus, Elixer and KW 3844-5-07. In the late group, higher yields on average over the years of research were obtained in the varieties Girlianda, Tonnage and Etude. Among hybrids, the best indicator of grain yield was on average in the Highlooks hybrid.

On the basis of competitive variety testing at the State Agricultural Institution «Horki Variety Testing Station», it is possible to recommend for inclusion in the State Register of Varieties of the Republic of Belarus for cultivation in the north-eastern part of Belarus a variety of the early group Arcadia (Poland) and the variety of the late group Girlianda (Belarus).

One should recognize as the most promising varieties the following ones: Balitus (Austria), Pontikus (Germany), Faustus (Germany), and Elixer (Germany), Apertus (Germany), Architect (Germany), Amelia (Belarus) and Totem (Germany). From the late group, the cultivar Tonnage (Germany) can be considered promising, which exceeded the control cultivar Iadvisia. Of the hybrids, the Khaigardo hybrid (Germany) can be recommended for cultivation under production conditions, which has a low seeding rate (1.7 million units / ha) compared to the zoned varieties (4.5–5.0 million units / ha).

Key words: winter wheat, variety, hybrid, yield, competitive variety testing.

Введение

Задача повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь, в том числе озимой пшеницы, предусматривает решение таких проблем, как создание и внедрение в производство новых, улучшенных сортов, адаптированных к условиям региона возделывания, которые соединяют в себе высокий потенциал урожайности, качества продукции, устойчивость к болезням, вредителям, изменчивости климатических условий. В решении названных проблем важная

роль принадлежит качеству и уровню урожайности сорта. Разные исследователи оценивают роль сорта от 30 до 50 % прироста урожайности, однако этот потенциал в Беларуси используется недостаточно [2, 3].

Ряд авторов в своих работах приводят результаты исследований по влиянию различных факторов на развитие элементов продуктивности растений. Все они отмечают высокую динамичность процесса формирования урожайности, и большую степень влияния различных факторов на этот процесс [7, 11, 12].

Новые сорта несут в себе новые качества, которые необходимо в конкретных почвенно-климатических условиях изучать и сравнивать, проводить их оценку, для принятия решения о возможности их районирования или выбраковки. Основные показатели, характеризующие уровень сельскохозяйственного производства, это урожайность, внедрение новых высокоурожайных сортов на основе их испытания, применение наиболее эффективных технологических приемов возделывания. Особо можно выделить проблему устойчивости растений к климатическим стрессам.

Основная часть

Оценка сортов проводилась в ГСХУ «Горецкая сортоиспытательная станция». Учетная площадь делянки – 25 м², общая 30,6 м². Исследования проводились в соответствии с требованиями методик государственного сортоиспытания и проведения опытов [5, 6, 9]. Посев осуществлялся в 2015 году 13 сентября, в 2016 году – 10 сентября, 2017 году – 14 сентября, в 2018 году – 8 сентября, в 2019 году – 17 сентября сеялкой Wintershtaiger. Норма высева семян сортов озимой пшеницы составила 5,0 млн. шт/га (2015–2018 годы) и 4,5 млн. шт/га (2019 год), гибридов – 1,7 млн. шт/га. Предшественник – озимый рапс (2015 год посева) и зернобобовые (2016–2019 годы посева). Агротехника возделывания озимой пшеницы соответствовала отраслевому регламенту для Беларуси [10]. В 2016 году в сортоиспытании находилось 35 сортов озимой мягкой пшеницы, в 2017 году – 19 сортов и 3 гибрида, в 2018 году – 16 сортов и 3 гибрида, в году 2019 году – 24 сорта и 1 гибрид. В 2020 году сортоиспытание проводилось с 27 сортами и 2 гибридами.

От посева (13 сентября 2015 года), до середины октября погодные условия способствовали оптимальному развитию растений. Кущение наступило 23–25 октября, среднесуточная температура II–III декады октября составляла 3,2 °С, что способствовало накоплению сахаров в узле кущения и закладке растений. Полное прекращение вегетации было отмечено 20 ноября. Снег выпал на слабопромезшую землю, наблюдалась оттепель и перепад температур, что явилось причиной гибели и значительного изреживания посевов отдельных сортов. Метеорологические условия вегетационного периода 2016–2017 годов характеризовались как наиболее благоприятные для формирования высоких урожаев зерновых озимых культур, температура и условия увлажнения соответствовали биологическим требованиям озимой пшеницы.

В период вегетации 2017–2018 годов отмечен недобор урожая из-за засушливого летнего периода вегетации и, как следствие, формирование щуплого и легковесного зерна. В период вегетации 2018–2019 годов условия зимовки были неблагоприятными, образование ледяной корки на поверхности почвы привело к полному вымерзанию сортов Ахим, Велена, Амелия, АСВ 141. Остальные сорта не сохранили заданную при посеве густоту стояния, что привело к снижению урожайности. В период вегетации 2019–2020 годов условия зимовки были благоприятными, экстремальных метеорологических условий не отмечено, в целом вегетационный период был благоприятным для возделывания озимых зерновых культур.

В целом высокий уровень урожайности изучаемых сортов и гибридов озимой пшеницы свидетельствует о том, что применяемый комплекс технологических приемов и операций в должной мере соответствует биологическим потребностям растений. Наблюдается и влияние погодных условий на формирование урожайности, однако эта связь вызвана не зависимостью уровня урожайности от климатических условий, а взаимосвязями урожайности с этими условиями, а также с биологическими особенностями сортов и гибридов.

Урожайность зерна озимой пшеницы у контрольного сорта ранней группы Мроя изменялась от 63,4 ц/га в 2019 году до 97,1 ц/га в 2017 году (таблица).

Урожайность сортов озимой пшеницы

| Сорт, гибрид | Урожайность при стандартной влажности, ц/га | | | | | | ± к сорту-контролю, ц/га |
|-------------------|---|---------|---------|---------|---------|--------------------|--------------------------|
| | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | В среднем | |
| Ранняя группа | | | | | | | |
| 1. Мроя (к) | 77,8 | 97,1 | 74,7 | 63,4 | 79,1 | 78,4 ⁵ | – |
| 2. Александр | 65,6 | 111,6 | – | – | – | 88,6 ² | +1,1 ² |
| 3. Алиот | – | – | – | 66,3 | 64,4 | 65,4 ² | –5,9 ² |
| 4. Амелия | – | 112,1 | – | – | – | 112,1 ¹ | +15,0 ¹ |
| 5. Апекус | – | – | – | – | 81,4 | 81,4 ¹ | +2,3 ¹ |
| 6. Апертус | – | 106,8 | 74,3 | – | – | 90,6 ² | +4,7 ² |
| 7. Аркадия | 89,4 | 111,3 | 73,8 | – | – | 91,5 ³ | +5,6 ² |
| 8. Архитект | – | – | – | – | 85,1 | 85,1 ¹ | +6,0 ¹ |
| 9. АСВ 142 | 79,6 | – | – | 61,8 | – | 70,7 ² | +0,1 ² |
| 10. Аспект | – | 103,8 | 71,4 | 61,8 | – | 79,0 ³ | +0,6 ³ |
| 11. Астарга | 74,6 | – | – | – | – | 74,6 ¹ | –3,2 ¹ |
| 12. Ахим | – | – | 75,4 | вымерз | 93,7 | 56,4 ³ | –16,0 ³ |
| 13. Балитус | 90,2 | 110,1 | – | – | – | 100,2 ² | +12,7 ² |
| 14. Бонанза | 48,7 | 111,3 | – | – | – | 80,0 ² | –7,5 ² |
| 15. Вилена | – | – | 69,5 | вымерз | 82,7 | 50,7 ³ | –21,7 ³ |
| 16. Весей | 84,5 | 93,8 | 71,9 | – | – | 83,4 ³ | +0,2 ³ |
| 17. Вилейка | 79,1 | 97,6 | – | – | – | 88,4 ² | +0,9 ² |
| 18. Влади | – | – | 73,8 | 67,8 | 65,2 | 68,9 ³ | –3,5 ³ |
| 19. Дон 107 | 69,4 | – | – | – | – | 69,4 ¹ | –8,4 ¹ |
| 20. ДСВ 11-13 | 55,6 | – | – | – | – | 55,6 ¹ | –22,2 ¹ |
| 21. Изюминка | 92,6 | – | – | – | – | 92,6 ¹ | +14,8 ¹ |
| 22. Иллюсион | – | – | – | – | 85,8 | 85,8 ¹ | +6,7 ¹ |
| 23. Капьянка | 77,2 | – | – | – | – | 77,2 ¹ | –0,6 ¹ |
| 24. Кварн | – | – | – | 70,4 | 93,1 | 81,8 ² | +10,5 ² |
| 25. КВС Малибу | – | 109,2 | – | – | – | 109,2 ¹ | +12,1 ¹ |
| 26. КВС Спенсер | – | – | – | – | 93,3 | 93,3 ¹ | +14,2 ¹ |
| 27. КВС Эмиль | – | 112,4 | – | – | – | 112,4 ¹ | +15,3 ¹ |
| 28. Корочанка | 80,6 | – | – | – | – | 80,6 ¹ | +2,8 ¹ |
| 29. Московская 56 | 81,3 | – | – | – | – | 81,3 ¹ | +3,5 ¹ |
| 30. НПП 1 | – | – | – | 61,2 | 69,5 | 65,4 ² | –5,9 ² |
| 31. НПП 2 | – | – | – | 63,6 | 77,0 | 70,3 ² | –1,0 ² |
| 32. НПП 3 | – | – | – | 66,6 | 74,9 | 70,8 ² | –0,5 ² |
| 33. НПП 4 | – | – | – | 61,0 | 77,5 | 69,3 ² | –2,0 ² |
| 34. НПП 5 | – | – | – | 61,6 | 72,8 | 67,2 ² | –4,1 ² |
| 35. НПП 6 | – | – | – | 64,5 | 73,6 | 69,1 ² | –2,2 ² |
| 36. Патрас | 67,9 | – | – | – | – | 67,9 ¹ | –9,9 ¹ |
| 37. Пируета | – | – | – | – | 80,2 | 80,2 ¹ | +1,1 ¹ |
| 38. Плагин | 56,7 | – | – | – | – | 56,7 ¹ | –21,1 ¹ |
| 39. Понтикус | – | 106,5 | 73,7 | – | – | 90,1 ² | +4,2 ² |
| 40. Раница | 73,3 | 98,4 | – | – | – | 85,9 ² | –1,6 ² |
| 41. Роставчанка 7 | 72,6 | – | – | – | – | 72,6 ¹ | –5,2 ¹ |
| 42. Румор | 69,3 | – | – | – | – | 69,3 ¹ | –8,5 ¹ |
| 43. Торпеда | 89,4 | 105,1 | – | – | – | 97,3 ² | +9,8 ² |
| 44. Тотем | – | – | – | 75,3 | 87,6 | 81,5 ² | +10,2 ² |
| 45. Туранус | – | – | – | – | 79,2 | 79,2 ¹ | +0,1 ¹ |
| 46. Фагус | 53,8 | – | – | – | – | 53,8 ¹ | –24,0 ¹ |
| 47. Фаустус | – | 119,7 | 81,4 | – | – | 100,6 ² | +14,7 ² |
| 48. Хортица | 80,5 | – | – | – | – | 80,5 ¹ | +2,7 ¹ |
| 49. Цефей | – | – | – | 63,6 | 69,2 | 66,4 ² | –4,9 ² |
| 50. ЦХ Комбит | 79,8 | – | – | – | – | 79,8 ¹ | +2,0 ¹ |
| 51. Чигиринка | 86,0 | – | – | – | – | 86,0 ¹ | +5,2 ¹ |
| 52. Чорнява | 72,3 | – | – | – | – | 72,3 ¹ | –5,5 ¹ |
| 53. Шератан | – | – | – | 66,7 | 61,2 | 64,0 ² | –7,3 ² |
| 54. Шит | – | – | – | – | 64,8 | 64,8 ¹ | –14,3 ¹ |
| 55. Элеганта | – | 95,6 | 76,8 | – | – | 86,2 ² | +0,3 ² |
| 56. Элегия | 75,5 | 99,5 | 63,2 | 66,6 | 69,1 | 74,8 ³ | –3,6 ³ |
| 57. Эликсер | 94,0 | 108,9 | – | – | – | 101,5 ² | +14,0 ² |
| 58. KW 3844-5-07 | 89,8 | – | – | – | – | 89,8 ¹ | +12,0 ¹ |
| НСР ₀₅ | 2,4 | 3,1 | 1,6 | 2,3 | 1,8 | – | – |
| Поздняя группа | | | | | | | |
| 1. Ядвига (к) | 77,8 | – | 72,0 | 66,8 | 72,0 | 72,2 ⁴ | – |
| 2. Амелия | – | – | – | вымерз | – | – | – |
| 3. АСВ 141 | – | – | – | вымерз | – | – | – |
| 4. Гирлянда | 93,2 | – | 79,0 | 62,3 | 80,1 | 78,7 ⁴ | +6,5 ⁴ |
| 5. Густав | – | – | 73,2 | – | – | 73,2 ¹ | +1,2 ¹ |
| 6. Дивия | 51,2 | – | – | – | – | 51,2 ¹ | –26,6 ¹ |
| 7. Малия | – | – | 70,6 | 63,9 | 78,2 | 70,9 ³ | +0,6 ³ |
| 8. Тоннаж | – | – | – | – | 96,6 | 96,6 ¹ | +24,6 ¹ |
| 9. Этана | 53,9 | – | – | – | – | 53,9 ¹ | –23,9 ¹ |
| 10. Этюд | 81,5 | – | – | – | – | 81,5 ¹ | +3,7 ¹ |
| НСР ₀₅ | 2,6 | – | 1,8 | 1,4 | 2,5 | – | – |
| Гибридная группа | | | | | | | |
| 1. Хайгардо (к) | – | 111,2 | 63,8 | – | 85,4 | 86,8 ³ | – |
| 2. Хюбери | – | 111,2 | 58,8 | – | – | 85,0 ² | –2,5 ² |
| 3. Гималая | – | – | – | 74,3 | 87,8 | 87,8 ¹ | +2,4 ¹ |
| 4. Хайлукс | – | 115,9 | 68,6 | – | – | 92,3 ² | +4,8 ² |
| НСР ₀₅ | – | 3,1 | 2,4 | – | 2,5 | – | – |

Примечание: 1, 2, 3, 4, 5 – в среднем за годы исследований соответственно, к – контрольный сорт.

В 2016 году в ранней группе значительно превосходили по урожайности контрольный сорт Мроя сорта Аркадия (+11,6 ц/га), Балитус (+12,4 ц/га), Весёя (+6,7 ц/га), Изюминка (+14,8 ц/га), Торпеда (+11,6 ц/га), Чигиринка (+8,2 ц/га), Эликсер (+16,2 ц/га), KW 3844-5-07 (+12,0 ц/га). У всех этих сортов превышение урожайности над контролем складывалось за счет густоты стояния растений и продуктивного стеблестоя. Остальные сорта, участвующие в сортоиспытании, показали урожайность на уровне с контрольным сортом или ниже его. В поздней группе значительно выше контрольного сорта Ядвися была получена урожайность у сорта Гирлянда (+15,4 ц/га). Наиболее низкую урожайность показали сорта Александер, Бонанза, ДВС 11-13, Платин, Фагус, Дивия, Этана. Следовательно, биологические особенности этих сортов и повышенная чувствительность к условиям среды не позволяют считать их адаптированными к данной климатической зоне. Более значимые и достоверные выводы делать рано из-за однолетних и двухлетних сроков испытания. Подобное наблюдается в большинстве случаев и в остальных рассматриваемых периодах сортоиспытания [1, 4, 8].

В 2017 году в ранней группе достоверную прибавку показали сорта Александер, Амелия, Апертус, Аркадия, Аспект, Балитус, Бонанза, КВС Малибю, КВС Эмиль, Понтикус, Торпеда, Фаустус. Их урожайность была выше сорта Мроя на 6,7–22,6 ц/га. Среди гибридов выше контроля была урожайность у Хайлукса (+4,7 ц/га). Гибрид Хюбери был на уровне с контролем Хайгардо. Наряду с оптимальными показателями густоты стояния растений и продуктивной кустистости, наблюдалось более высокое число зерен и масса зерна в колосе.

В 2018 году достоверно превосходили урожайность сорта Фаустус (+6,7 ц/га) и Элеганта (+2,1 ц/га). Уступали сорту Мроя сорта Аспект, Вилена, Весёя и Элегия. Остальные сорта находились на уровне контрольного сорта. В поздней группе спелости разницы между контрольным сортом Ядвися и сортами Малия и Густав не было. Выше урожайность отмечена у сорта Гирлянда (+7,0 ц/га). Урожайность гибридов значительно отличалась. Большую урожайность показал гибрид Хайлукс. Достоверно уступали ему Хайгардо (–4,8 ц/га) и Хюбери (–9,8 ц/га). В этом году выявить связь уровня урожайности от показателей ее структуры затруднительно, урожайность разных сортов складывается в разной степени зависимости от практически всех показателей структуры. Только гибриды Хайгардо, Хюбери и Хайлукс при удовлетворительной перезимовке (142, 140 и 136 растений на 1 м²), благодаря более высокому коэффициенту кущения показали урожайность в 63,8 ц/га, 58,8 ц/га и 68,6 ц/га соответственно.

В 2019 году выше, чем у контрольного сорта Мроя, урожайность была у сортов Алиот (+2,9 ц/га), Влади (+4,4 ц/га), Кварн (+7,0 ц/га), НПЦ 3 (+3,2 ц/га), Тотем (+11,9 ц/га), Цефей (+3,3 ц/га), Шератан (+3,3 ц/га) и Элегия (+3,2 ц/га). В поздней группе сорта Малия и Гирлянда достоверно уступали сорту Ядвися.

В 2020 году выше контрольного сорта Мроя в ранней группе получена урожайность у сортов Апецус (+2,3 ц/га), Архитект (+6,0 ц/га), Ахим (+14,6 ц/га), Велена (+3,6 ц/га), Иллусион (+6,7 ц/га), Кварн (+14,0 ц/га), КВС Спенсер (+14,2 ц/га), Тотем (+8,5 ц/га). В поздней группе выше контрольного сорта урожайность зерна была у сортов Гирлянда (+8,1 ц/га), Малия (+6,2 ц/га), Тоннаж (+24,6 ц/га). Влияние на урожайность 2020 года наряду с густотой стояния растений и продуктивной кустистостью, оказало влияние более высокая масса зерна с 1 колоса, по сравнению с 2019 годом. У сортов, превышающих по урожайности контрольный сорт Мроя, этот показатель составил 1,32–1,38 г, а в 2019 году – 1,01–1,28 г.

В среднем за годы исследований в ранней группе, по сравнению с контрольным сортом Мроя, по хозяйственной урожайности зерна лучше показали себя сорта Амелия, Апертус, Аркадия, Архитект, Балитус, Изюминка, Кварн, КВС Малибю, КВС Спенсер, КВС Эмиль, Понтикус, Торпеда, Тотем, Фаустус, Эликсер и KW 3844-5-07. В поздней группе выше урожайность в среднем за годы исследований была получена у сортов Гирлянда, Тоннаж и Этюд. Среди гибридов лучший показатель урожайности зерна был в среднем у гибрида Хайлукс.

Заключение

Таким образом, на основании конкурсного сортоиспытания в ГСХУ «Горецкая сортоиспытательная станция», можно рекомендовать для включения в Государственный реестр сортов Республики Беларусь для возделывания в условиях северо-восточной части Беларуси сорт ранней группы Аркадия (Польша) и сорт поздней группы Гирлянда (Беларусь).

Перспективными следует признать сорта Балитус (Австрия), Понтикус (Германия), Фаустус (Германия), и Эликсер (Германия), Апертус (Германия), Архитект (Германия), Амелия (Беларусь) и Тотем

(Германия). Из поздней группы перспективным можно считать сорт Тоннаж (Германия), который превысил контрольный сорт Ядвися. Из гибридов можно рекомендовать для возделывания в условиях производства гибрид Хайгардо (Германия), который отличается невысокой нормой высева (1,7 млн шт/га) по сравнению с районированными сортами (4,5–5,0 млн. шт/га).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобриков, А. С. Сравнительная оценка сортов озимой пшеницы в условиях ГСХУ «Горечкая сортоиспытательная станция» / А. С. Бобриков, А. С. Мастеров, В. Н. Исаченко / Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : сб. ст. по материалам XV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Заслуж. агронома БССР, Почетного проф. БГСХА А. М. Богомолова, Горки, 20–21 декабря 2019 г. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 57–60.
2. Голуб, И. А. Научные основы формирования высоких урожаев озимых зерновых культур в Беларуси / И. А. Голуб. – Минск : ООО «Еврокнига», 1996. – 198 с.
3. Гриб, С. И. О соответствии селекционных технологий уровню систем земледелия и роли сорта в интенсификации растениеводства / С. И. Гриб // Земляробства і ахова раслін. – 2006. – № 4. – С. 9–14.
4. Двойнишников, А. В. Хозяйственная и экономическая оценка сортов озимой пшеницы / А. В. Двойнишников, Д. В. Караульный, А. С. Мастеров / Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. статей по материалам X Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию профессора А. З. Латыпова (Горки, 20–21 июня 2017 г.). – Горки: БГСХА, 2017. – С. 56–59.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – изд. 5-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
6. Земледелие. Практикум: учеб. пособие / А. С. Мастеров [и др.]; под ред. А. С. Мастера. – Минск, 2019. – 300 с.
7. Ламан, Н. А. Формирование высокопродуктивных посевов зерновых культур / Н. А. Ламан; Белакад. наук, ин-т эксп. ботаники. – Минск: Наука и техника, 1985. – 68 с.
8. Мастеров, А. С. Результаты испытания новых сортов озимой пшеницы / А. С. Мастеров, Д. В. Караульный, И. Н. Шевалдин / Світові рослини і ресурси: стан та перспективи розвитку: Матеріали III Міжнар. нав.-практ. конф., присвяч. 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин (7 червня 2017 р., м.Київ) / М-во аграр. політики та прод. України, Укр. ін-т експертизи сортів рослин. – Вінниця: Нилан-ЛІТД, 2017. – С. 118–120.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть; под ред. М. А. Федина. – М., 1985. – 269 с.
10. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – 2-е изд. испр. и доп. – Минск: Беларус. навука, 2013. – 476 с.
11. Осин, А. Е. Зерновые культуры в Белоруссии / А. Е. Осин. – Ленинград : Колос (Ленингр. отд.), 1978. – 152 с.
12. Формирование высокопродуктивных посевов зерновых колосовых культур / ВАСХНИЛ, НИИ техн. – экон. исслед.: обзор. информ.; сост. К. А. Касаева. – М., 1986. – 55 с.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ КОРМОВЫХ БОБОВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

А. А. ЗАПРУДСКИЙ

РУП «Институт защиты растений»,
а.г. Прилуки, Республика Беларусь, 223011, e-mail: a.zaprudski@mail.ru

(Поступила в редакцию 19.03.2021)

Приведены результаты исследований по биологической и хозяйственной оценке сортов кормовых бобов в условиях центральной части Беларуси. Отмечено, что продолжительность вегетационного периода сортов Фанфар (контроль), Стрелецкие, Янтарные, Бобас, Тайфун, Фуего и Красный богатырь составляла 99–104 дня. Выявлены некоторые различия в биометрических параметрах роста и развития между сортами германской, польской и российской селекции. У изучаемых сортов завязываемость плодов составляет 34,5–36,4 %, при их сохраняемости к уборке – 77,3–78,6 %. Урожайность зерна контрольного сорта Фанфар составила 44,1 ц/га, что на 0,5–2,5 % ниже, чем у сортов Бобас, Тайфун, Фуего и Красный богатырь и на 3,4–4,8 % выше по сравнению с сортами Стрелецкие и Янтарные. Отмечено проявление толерантности современных сортов к неблагоприятным условиям выращивания.

Ключевые слова: кормовые бобы, сорта, биометрические показатели, элементы продуктивности, урожайность.

The results of research on biological and economic assessment of varieties of forage beans in the conditions of the central part of Belarus are presented. It was noted that the duration of the growing season of varieties Fanfar (control), Streletskie, Iantarnye, Bobas, Typhoon, Fuego and Krasnyi Bogatyr was 99–104 days. Some differences in the biometric parameters of growth and development were revealed between varieties of German, Polish and Russian selection. In the studied varieties, fruit set is 34.5–36.4 %, with their storage capacity for harvesting of 77.3–78.6 %. The grain yield of the control variety Fanfar was 4.41 t / ha, which is 0.5–2.5 % lower than that of the varieties Bobas, Typhoon, Fuego and Krasnyi Bogatyr, and 3.4–4.8 % higher than that of varieties Streletskie and Iantarnye. The manifestation of tolerance of modern varieties to unfavorable growing conditions is noted.

Key words: forage legumes, varieties, biometric indicators, elements of productivity, yield.

Введение

В Республике Беларусь эффективность производства продукции животноводства во многом определяется качеством кормления сельскохозяйственных животных. Постоянный дефицит растительного белка в кормовом рационе приводит к значительному перерасходу не обогащенных белком злаковых культур, а закупка дорогостоящего белкового сырья за пределами страны, приводит к существенному расходу валютных средств [7]. Все это в последствии лимитирует дальнейшее развитие животноводческой отрасли как в технологическом, так и в экономическом аспекте.

По данным многих исследователей, проблему производства кормового белка возможно решить несколькими способами, одним из которых является расширение посевных площадей под зернобобовые культуры [9]. Согласно оперативной информации Минсельхозпрода Беларуси, уборочная площадь данной группы культур за 2010–2019 гг. в сельскохозяйственных организациях составляла 91,8–143,2 тыс. га, что в общей структуре посевных площадей под зерновые и зернобобовые культуры не превышала 3,5 %, при валовом сборе зерна – 211,3–410,2 тыс. тонн. Вместе с тем к 2025 г. объемы производства зернобобовых культур должны составлять не менее 1302,1 тыс. тонн, что будет возможным не только за счет возделывания гороха, люпина и вики, но относительно новой культуры – кормовых бобов. В 1 кг зерна культуры содержится 1,29 кормовых единиц и 280 г переваримого протеина. За вегетационный период бобы формируют в семенах 25–35 % хорошо сбалансированного по аминокислотному составу белка, переваримость которого составляет 98,0 %, а количество антипитательных веществ меньше, чем в сое и фасоли [5].

Широкомасштабное освоение кормовых бобов в нашей стране началось в 60-е годы прошлого столетия, однако дальнейшего активного внедрения культуры в производство не отмечалась. Это обусловлено тем, что возделываемые в то время сорта отличались низкой степенью реализации продуктивного потенциала из-за редукции органов плодоношения в силу растянутого и неодновременного периода их созревания [11].

На современном этапе развития кормопроизводства в Республике Беларусь, кормовым бобам стали уделять больше внимания, что объясняется внедрением новых, адаптивных к условиям произрастания сортов культуры. В связи с этим биологическая и хозяйственная оценка сортов кормовых бобов в условиях центральной части Беларуси имеет особую актуальность, что и является целью данных исследований.

Основная часть

Исследования проводились в 2018–2020 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» Минского района Минской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая; пахотный слой характеризовался следующими показателями: рН 6,3; содержание гумуса – 1,8 %, подвижных форм фосфора – 205,0 мг/кг, калия – 290 мг/кг почвы. Площадь опытной делянки 25 м², повторность четырехкратная.

Объектом исследования служили сорта кормовых бобов мелкосемянной разновидности (*minor Besk*): Фанфар – контроль (ФРГ); Стрелецкие (Россия); Янтарные (Россия); Бобас (Польша); Тайфун (ФРГ); Фуего (ФРГ); Красный богатырь (Россия).

Фенологические стадии роста и развития кормовых бобов указывались в соответствии со шкалой ВВСН. Агротехника в опыте общепринятая для возделывания кормовых бобов в центральной агроклиматической зоне Республике Беларусь. Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б. А. Доспехова [3]. Обработка экспериментальных данных выполнена в MS Excel.

Погодные условия 2018 и 2019 гг. в межфазный период прорастание – бутонизация культуры характеризовались повышенным температурным режимом на 2,5–4,0 °С с суммой осадков 48,6–69,8 мм, что благоприятно сказалось на росте и развитии культуры. Вторая половина вегетации культуры проходила при температуре воздуха близкой к уровню среднеголетних значений с достаточным влагообеспечением. В 2020 г. избыточное увлажнение и недостаток тепла задержали прохождение межфазного периода прорастание – бутонизация на 11–12 дней, чем в 2018 и 2019 гг. Последующее прохождение второй половины вегетации культуры при оптимальном гидротермическом режиме положительно сказалось на образовании плодов и семян сортов культуры.

Одним из важнейших хозяйственно-биологических признаков, определяющих скороспелость кормовых бобов, является продолжительность межфазных периодов развития, которая в большей степени зависит от условий влагообеспеченности и температурного режима, чем от сорта [7]. Согласно исследованиям Л. А. Дозорцева [2], проведенным в 1963–1964 гг. в условиях северо-восточной части Беларуси, установлено, что сорта кормовых бобов мелкосемянной разновидности созревали за 113–131 день. По данным Л. Д. Соловьева [8], продолжительность вегетационного периода сортов культуры в условиях Брестской области в 1962–1964 гг. составляла 114–116 дней.

Нашими исследованиями установлено, что в среднем за 2018–2020 гг. межфазный период прорастание – всходы у всех исследуемых сортов составил 13 дней при сумме эффективных температур воздуха 109,3–122,9 °С и сумме осадков 1,8–19,2 мм (рис. 1). Важно отметить, что за данный межфазный период средняя температура почвы на глубину заделки семян составляла 7,3–8,2 °С. Длительность периода от появления всходов до стеблевания составила 14–15 дней, а периода от стеблевания до цветения – 32–33 дня.

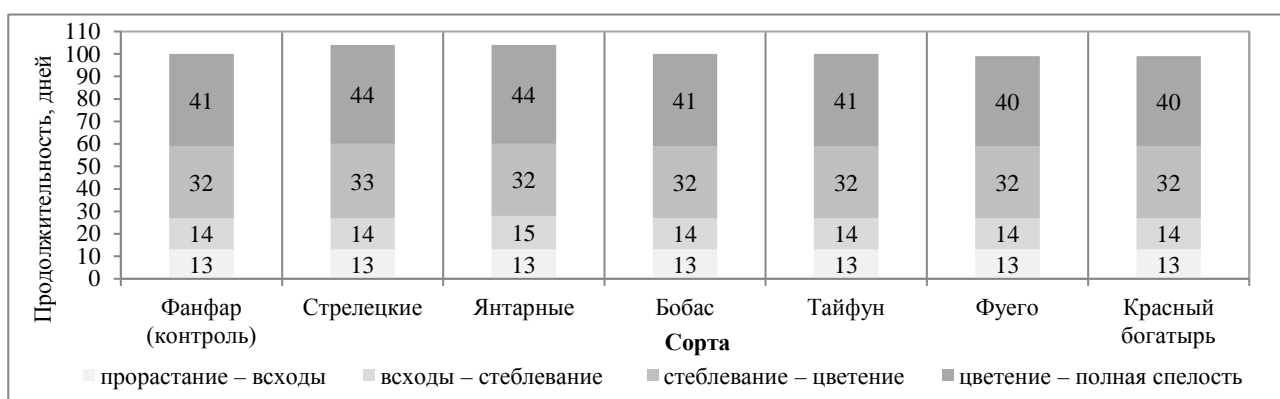


Рис 1. Продолжительность межфазных периодов сортов кормовых бобов в среднем за 2018–2020 гг.

Вместе с тем дальнейшие фенологические наблюдения позволили выявить различия в продолжительности периода цветение – полная спелость: у сортов Фанфар (контроль), Бобас, Тайфун он составил 41 день, Фуего и Красный богатырь – 40 дней, что, соответственно, на 3–4 дней короче, чем у сортов Стрелецкие и Янтарные. В целом продолжительность вегетационного периода у сортов Стрелецкие и Янтарные составила 104 дня, Фанфар (контроль), Бобас и Тайфун – 100 дней и Фуего и

Красный богатырь – 99 дней с суммой эффективных температур 1606,9–1693,6 °С и суммой осадков 200,8–253,8 мм.

Сравнительная оценка сортов кормовых бобов позволила выявить некоторые различия в формировании биометрических показателей растений в период вегетации. Установлено, что в среднем за 2018–2020 гг. высота растений в фазе бутонизации у сортов Фанфар (контроль), Бобас, Тайфун, Фуего и Красный богатырь находилась в пределах 68,4–69,2 см и была ниже на 4,2–5,1 см по сравнению с сортами Стрелецкие и Янтарные (рис 2.).

В фазе цветения по данному параметру сорта Фанфар (контроль), Бобас, Тайфун, Фуего и Красный богатырь имели показатели ниже на 6,3–6,9 см, чем сорта Стрелецкие и Янтарные. Прирост надземной части в период от цветения до плодообразования у исследуемых сортов составлял 21,6–24,9 см.

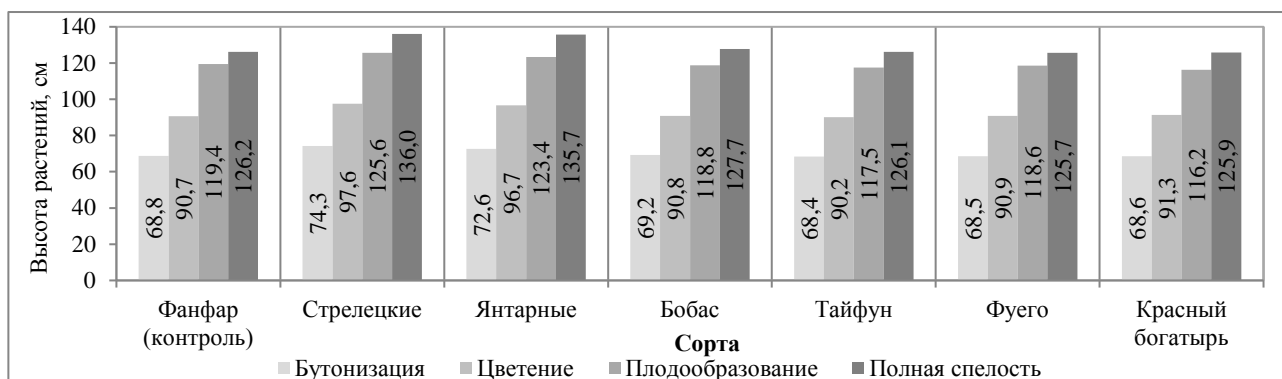


Рис. 2. Динамика высоты растений сортов кормовых бобов в среднем за 2018–2020 гг.

Высота растений кормовых бобов к уборке на зерно у сортов Фанфар (контроль), Бобас, Тайфун, Фуего и Красный богатырь составила 125,7–127,7 см и была ниже на 8,3–10,0 см, чем у сортов Стрелецкие и Янтарные.

Кормовые бобы при благоприятных погодных условиях способны формировать высокую продуктивность зеленой массы растений. По мнению В. Н. Шлапунова и др. [1], для получения высококачественного силоса, зеленую массу кормовых бобов следует убирать при окончании налива зерна в нижних ярусах. Так, в условиях лесостепи ЦЧР России урожай зеленой массы современных сортов культуры варьировал в пределах от 148 до 377 ц/га. На опытных участках ФГБНУ «Калужской НИИСХ» продуктивность надземной части растений сортов бобов составляла 205,5–294,9 ц/га [6]. Согласно исследованиям Н. Зеньковой и др. [4], в условиях Витебского района максимальная урожайность зеленой массы в 2017–2018 гг. была на уровне 320–350 ц/га.

Проведенные нами исследования позволили установить, что в фазе бутонизации масса надземной части у сортов Фанфар (контроль), Бобас, Тайфун, Фуего и Красный богатырь в среднем за годы исследований составила 101,6–103,2 ц/га и была ниже 9,8–11,2 ц/га, чем у сортов Стрелецкие и Янтарные (рис. 3).

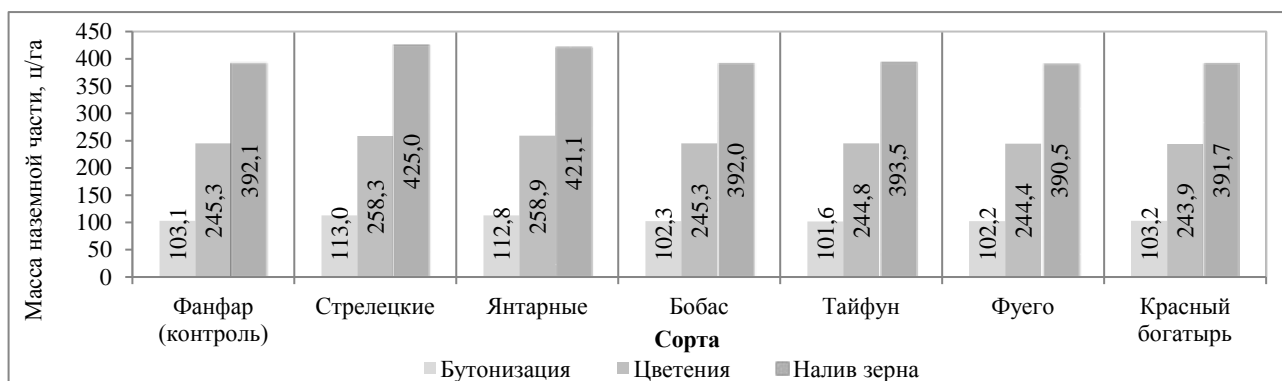


Рис. 3. Динамика нарастания надземной массы растений сортов кормовых бобов в среднем за 2018–2020 гг.

В фазе цветения средняя масса у сортов Стрелецкие и Янтарные составляла 258,3–258,9 ц/га и была выше на 13,6–14,4 ц/га в сравнении с сортами Фанфар (контроль), Бобас, Тайфун, Фуего и Красный богатырь. За период от бутонизации до цветения прирост надземной части у исследуемых сортов составил 140,7–146,1 ц/га. Максимальная урожайность зеленой массы была сформирована в фазе окончания налива зерна нижних бобов культуры и находилась в пределах от 433,5 ц/га у сорта Стрелецкие до 390,5 ц/га у сорта Фуего. При этом прирост зеленой массы за период от цветения до налива зерна колебался от 146,1 ц/га у сорта Фуего до 166,7 ц/га у сорта Стрелецкие.

Исходя из биологических особенностей, для кормовых бобов характерен растянутый и неодновременный период созревания органов плодоношения, особенно при неблагоприятных погодных условиях, в результате чего происходит их редукция [11]. По данным Л.А. Дозорцева [2], к уборке плоды кормовых бобов завязались только на 20,0–23,0 % цветков исследуемых сортов. По результатам исследований И.А. Эль-Фар [11], сохраняемость бобов к уборке у сорта Аушра составляла 53,0–59,0 %.

Нами установлено, что в среднем за 2018–2020 гг. число плодоносящих узлов на растении колебалось от 7,7 шт. у сорта Стрелецкие до 8,1 шт. у сорта Фанфар (контроль) (табл. 1). Количество раскрывшихся цветков на растении в изучаемых вариантах опыта варьировало от 42,3 до 45,9 шт./растение, при этом 34,5–36,4 % из них завязали плоды.

Таблица 1. Сохраняемость плодов сортов кормовых бобов в среднем за 2018–2020 гг.

| Вариант | Число узлов, шт./растение | Число раскрывшихся цветков, шт./растение | Число плодов, шт./растение | | Завязываемость плодов, % | Сохраняемость плодов к уборке, % |
|-------------------|---------------------------|--|----------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| | | | завязавшихся | сохранившихся к уборке | | |
| Фанфар (контроль) | 8,1 | 44,5 | 16,2 | 12,7 | 36,4 | 78,4 |
| Стрелецкие | 7,7 | 42,7 | 15,1 | 11,4 | 35,4 | 75,5 |
| Янтарные | 7,8 | 42,3 | 15,4 | 11,7 | 36,4 | 75,8 |
| Бобас | 8,0 | 45,9 | 16,3 | 12,6 | 35,5 | 77,3 |
| Тайфун | 8,0 | 45,1 | 15,9 | 12,4 | 35,3 | 78,0 |
| Фуего | 7,9 | 45,8 | 15,8 | 12,4 | 34,5 | 78,5 |
| Красный богатырь | 8,0 | 43,9 | 15,9 | 12,5 | 36,2 | 78,6 |

Выявлено, что к уборке у сортов Фанфар (контроль), Бобас, Тайфун, Фуего и Красный богатырь сохранилось 77,3–78,6 % плодов или 12,4–12,7 шт./растение, что на 1,5–3,1 % или на 0,7–1,3 шт./растение больше, чем у сортов Стрелецкие и Янтарные.

Анализ элементов структуры урожайности показал, что в среднем за 2018–2020 гг. сорта Фанфар (контроль), Бобас, Тайфун, Фуего и Красный богатырь сформировали 39,7–40,3 зерен на растении, при этом их масса составила 16,7–17,2 г, что, соответственно, на 2,9–4,0 шт. и 1,2–1,9 г. выше, чем у сортов Стрелецкие и Янтарные. Число зерен, у исследуемых сортов находилась в пределах 3,1–3,2 шт.

Таблица 2. Элементы структуры урожайности сортов кормовых бобов в среднем за 2018–2020 гг.

| Вариант | На одном растении | | Число зерен в бобе, шт. | Масса 1000 зерен, г |
|-------------------|-------------------|----------------|-------------------------|---------------------|
| | зерен, шт. | масса зерна, г | | |
| Фанфар (контроль) | 39,4 | 16,7 | 3,1 | 434,5 |
| Стрелецкие | 36,5 | 15,5 | 3,2 | 464,3 |
| Янтарные | 36,3 | 15,3 | 3,1 | 462,5 |
| Бобас | 40,3 | 17,2 | 3,2 | 440,5 |
| Тайфун | 39,7 | 16,9 | 3,2 | 441,8 |
| Фуего | 39,7 | 16,8 | 3,2 | 433,7 |
| Красный богатырь | 40,0 | 17,1 | 3,2 | 437,7 |

Вместе с тем необходимо отметить, что масса 1000 зерен у сортов Стрелецкие и Янтарные составляла 462,5–464,5 г. и была выше на 20,7–30,6 г. по сравнению с сортами Фанфар (контроль), Бобас, Тайфун, Фуего и Красный богатырь.

По результатам конкурсного сортоиспытания, проведенного Л. А. Дозорцевым [2] в условиях северо-восточной части Беларуси, а также Л. Д. Соловьевым [8] на территории Брестской области, выявлено, что при неблагоприятных погодных условиях (недостаток влаги) в 1964 г. урожайность зерна у исследуемых сортов была в 2–4 раза ниже, чем при оптимальных гидротермических показателях вегетационного периода 1963 г., при которых разница по сортам оказалась менее значительной. Анализ полученных нами данных показывает, что в условиях Минского района в 2018 и 2019 гг. испытываемые сорта обеспечили урожайность на уровне 43,0–45,2 и 42,9–46,0 ц/га соответственно. При менее благоприятном гидротермическом режиме 2020 г. семенная продуктивность у изучаемых сортов со-

ставила 40,1–43,3 ц/га и была в 1,1 раза ниже, чем в предыдущие годы, что можно объяснить большей адаптивностью современных сортов к изменяющимся погодным условиям (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность зерна изучаемых сортов кормовых бобов

| Вариант | Урожайность зерна, ц/га | | | | Отклонение от контрольного сорта | |
|---------------------|-------------------------|---------|---------|---------|----------------------------------|------|
| | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | средняя | ц/га | % |
| Фанфар – контроль | 44,8 | 45,3 | 42,2 | 44,1 | – | – |
| Стрелецкие | 43,6 | 43,4 | 40,9 | 42,6 | -1,5 | -3,4 |
| Янтарные | 43,0 | 42,9 | 40,1 | 42,0 | -2,1 | -4,8 |
| Бобас | 45,2 | 45,5 | 42,1 | 44,3 | +0,2 | +0,5 |
| Тайфун | 45,1 | 46,2 | 43,3 | 44,9 | +0,8 | +1,8 |
| Фуего | 44,3 | 46,3 | 43,1 | 44,6 | +0,5 | +1,1 |
| Красный богатырь | 45,5 | 46,0 | 44,0 | 45,2 | +1,1 | +2,5 |
| НСР _{0,05} | 2,5 | 2,9 | 2,4 | | | |

В среднем за годы исследуемый урожайность зерна у контрольного сорта Фанфар составила 44,1 ц/га, что на 0,5–2,5 % ниже, чем у сортов Бобас, Тайфун, Фуего и Красный богатырь и на 3,4–4,8 % выше по сравнению с сортами Стрелецкие и Янтарные.

Заключение

В среднем за 2018–2020 гг. исследований продолжительность вегетационного периода у сортов Стрелецкие и Янтарные составила 104 дня, Фанфар (контроль), Бобас и Тайфун – 100 дней и Фуего и Красный богатырь – 99 дней с суммой эффективных температур 1606,9–1693,6 °С и суммой осадков 200,8–253,8 мм.

Исследуемые сорта Фанфар (контроль), Бобас, Тайфун, Фуего и Красный богатырь характеризуются меньшей интенсивностью линейного роста и нарастания надземной массы растений, чем сорта Стрелецкие и Янтарные.

Отмечено, что у изученных сортов завязываемость плодов составляет 34,5–36,4 %, при их сохранности к уборке – 77,3–78,6 %. Урожайность зерна контрольного сорта Фанфар составила 44,1 ц/га, что на 0,5–2,5 % ниже, чем у сортов Бобас, Тайфун, Фуего и Красный богатырь и на 3,4–4,8 % выше по сравнению с сортами Стрелецкие и Янтарные. Важно отметить, что современные сорта при неблагоприятных погодных условиях выращивания несущественно снизили семенную продуктивность, что объясняется их большей адаптивностью к изменяющимся факторам среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Возделывание кормовых бобов / В. Ч. Шор [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 246–261.
2. Дозорцев, Л. А. Биологическая и хозяйственная оценка сортов бобов и разработка некоторых вопросов семеноводческой агротехники их в условиях северо-востока БССР: автореф. дис... канд. с.-х. наук / Л. А. Дозорцев; Белорус. с.-х. акад. – Горки, 1967. – 26 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. пособие / Б.А. Доспехов. – 5 изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Зенькова, Н. Н. Химический состав силосов из кормовых бобов / Н. Н. Зенькова, М. О. Моисеева, Н. П. Разумовский // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – №2 (30). – С. 89–94.
5. Иванюк, С. В. Селекция *Vicia faba* в Украине / С. В. Иванюк, С. В. Барвинченко // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Жодино, 5–6 июля 2017 г. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск, 2017. – С. 295–300.
6. Мазуров, В. Н. Технология выращивания бобов кормовых в калужской области: рекомендации / В. Н. Мазуров, В. Н. Лукашов, Т. Н. Короткова. – Калуга: Калужский НИИСХ, 2016. – 36 с.
7. Мягков, И. В. Эффективность возделывания кормовых бобов в Лесостепи ЦЧР: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / И. В. Мягков; Воронеж. гос. аграр. ун-т им. К.Д. Глинки. – Воронеж, 2005. – 24 с.
8. Соловьева, Л. Д. Вопросы агротехники кормовых бобов в условиях Брестской области: автореф. дис... канд. с.-х. наук / Л. Д. Соловьева; БелНИИЗ. – Жодино, 1966. – 24 с.
9. Тимошкин, О. А. Биологическая и хозяйственная оценка сортов кормовых бобов в условиях Пензенской области / О. А. Тимошкин, Н. И. Остробородова, О. И. Уланова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. Сер. Экология. – 2013. – Т. 1, № 9 (13). – С. 33–38.
10. Агротехника кормовых бобов / В. Ч. Шор [и др.] // Наше сельское хозяйство. – 2014. – № 23. – С. 20–27.
11. Эль-Фар, И. А. Формирование и редукция органов плодоношения кормовых бобов в зависимости от условий возделывания: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / И. А. Эль-Фар; Белорус.с.-х. акад. – Горки, 1991. – 24 с.

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

А. П. КНЯЗЕВА, А. С. МАСТЕРОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: doktormaster@mail.ru

(Поступила в редакцию 26.03.2021)

В статье приведены результаты исследований по влиянию обработки семян и защиты посевов биологическими препаратами на урожайность зерна ярового ячменя. Опыты проведены в условиях Сакского района Республики Крым и Горьковского района Республики Беларусь с применением технологии «No-Till» и без нее.

При возделывании ярового ячменя по технологии «No-Till» в условиях КФХ «Сахалин» возможна замена химических препаратов на биологические без снижения урожайности. Обработка посевного материала препаратом Респекта 25 % как в чистом виде, так и в сочетании с прилипателями, способствует защите ярового ячменя от болезней практически на уровне с протравителем Скарлет, МЭ. Его действие распространяется до фазы кущения, т. к. препарат не только обеззараживает поверхность семени и почву вокруг, но и за счет размножения микроорганизмов в процессе роста растения проводится в корневую систему, стимулируя ее рост и иммунную систему, а прилипатели Адьюгрейн и Вегетон способствуют лучшему закреплению микроорганизмов, содержащихся в препаратах.

Вариант с комплексной обработкой семян биопрепаратами Эффект Био + Адьюгрейн 10 % + Бактофорт в фазу кущения + Респекта 25 % в фазу флаг-листа позволяет защитить посевы на протяжении всей вегетации от наиболее распространенных болезней на уровне с фунгицидами Алькор Супер и Импакт Эксклюзив при любом варианте обработки почвы (СПК «Юбилейный» и УНЦ «Опытные поля БГСХА»). Препарат Бактофорт, внесенный в фазу кущения, защищает от такого распространенного заболевания, как мучнистая роса, а Респекта 25 % не только обладает свойствами фунгицида, но и способствует защите от стрессовых факторов и стимуляции роста за счет содержания 3-индоллил-уксусной кислоты.

Ключевые слова: яровой ячмень, биологические препараты, урожайность.

The article presents results of research into the effect of seed treatment and crop protection with biological preparations on the yield of spring barley grain. The experiments were carried out in the conditions of Saki district of the Republic of Crimea and Horki district of the Republic of Belarus with the use of «No-Till» technology and without it.

When cultivating spring barley using the No-Till technology under the conditions of «Sakhalin» farm, it is possible to replace chemical preparations with biological ones without reducing the yield. Treatment of seed with Respect 25 %, both in pure form and in combination with adhesives, helps to protect spring barley from diseases almost at the same level as with the dressing agent Scarlet, ME. Its action extends to the tillering phase, since the preparation not only disinfects the surface of the seed and the soil around it, but due to the multiplication of microorganisms during the growth of the plant, it is carried into the root system, stimulating its growth and the immune system, and the Adjugrain and Vegeton adhesives contribute to better consolidation of microorganisms contained in the preparations.

The option with complex seed treatment with biological preparations Effect Bio + Adjugrain 10 % + Bactofort in the tillering phase + Respect 25 % in the flag-leaf phase allows you to protect crops throughout the growing season from the most common diseases at the level with fungicides Alcor Super and Impact Exclusive with any soil treatment option (farms «Iubileinyi» and «Experimental fields of BSAA»). The preparation Bactofort, introduced in the tillering phase, protects against such a common disease as powdery mildew, and Respect 25 % not only has fungicidal properties, but also helps to protect against stress factors and stimulate growth due to the content of 3-indolyl-acetic acid.

Key words: spring barley, biological preparations, productivity.

Введение

К достоинствам биологических средств защиты растений можно отнести высокую эффективность применения, избирательность действия в отношении широкого спектра фитопатогенов, возможность решения проблемы устойчивости фитопатогенов к химическим пестицидам, совместимость химических и биологических препаратов с агрохимикатами, отсутствие негативного влияния на растения и качество сельскохозяйственной продукции при обработке, отсутствие резистентности у патогенов, высокую экологичность. Основное преимущество системы биологизации в том, что она предусматривает комплексный подход к факторам, определяющим почвенное плодородие и полную реализацию генетического потенциала растений – насыщение почвенной биоты полезными микроорганизмами, снижение фитопатогенной нагрузки и повышение почвенного плодородия.

Поэтому химический метод должен частично сочетаться или, при возможности, полностью заменяться биологическим. Последнее следует рассматривать как важный, неотъемлемый компонент интегрированной системы защиты в современном растениеводстве, а в ряде случаев, и как единственное средство контроля фитопатогенов [3, 5, 6].

Основная часть

Полевые исследования проводились в условиях КФХ «Сахалин» (Республика Крым, Сакский район, с. Колоски) в 2018–2020 годах, в условиях УНЦ «Опытные поля БГСХА» (Республика Беларусь, Могилевская область, Горьковский район) и в условиях СПК «Юбилейный» (Республика Крым, Сакский район, с.Зерновое) в 2020 году. Исследования проводились с ячменем сортов Вакула и Ладны. Яч-

мень возделывался в КФХ «Сахалин» по технологии «No-Till», а в СПК «Юбилейный» и УНЦ «Опытные поля БГСХА» – по технологии со стандартной обработкой почвы. В целом методика проведения исследований общепринятая в исследовательской работе [1, 2, 4]. Предмет исследований: фунгициды Скарлет МЭ, Алькор Супер КЭ, Импакт эксклюзив КС и биологические препараты Эффект Био, Респекта 25 %, Бактофорт, Вегетон, Адьюгрейн 10 %.

Скарлет, МЭ (100 г/л имазалил + 60 г/л тебуконазол) – фунгицидный протравитель, предназначенный для предпосевной обработки семян зерновых культур, кукурузы, рапса, сои, подсолнечника и других культур против широкого спектра болезней.

Алькор Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола) – системный двухкомпонентный фунгицид для защиты зерновых культур.

Импакт Эксклюзив, КС (флутриафол, 117,5 г/л + карбендазим, 250 г/л) – двухкомпонентный фунгицид для защиты зерновых, технических и масличных культур от комплекса болезней листьев и стебля.

Эффект Био – предназначен для регулирования численности возбудителей заболеваний сельскохозяйственных культур. В состав препарата входят живые вегетативные клетки и споры *Bacillus subtilis*, спорово-мицелиальный комплекс *Trichoderma viride* и *Trichoderma lignorum*, а также их метаболиты (ферменты, фитогормоны и биологически активные вещества).

Респекта 25 % – предназначен для контроля грибной и бактериальной инфекции период вегетации, а также для снятия стресса, вызванного применением пестицидов или неблагоприятными условиями окружающей среды. Состав: живые клетки бактерии *Pseudomonas aureofaciens* и продукты метаболизма.

Бактофорт – предназначен для защиты растений от грибных заболеваний на ранних стадиях развития и в период вегетации. Состав: живые клетки бактерии *Bacillus subtilis* и *Bacillus amyloliquefaciens*, а также продукты их метаболизма

Вегетон – биоприлипатель с мембранотропными свойствами для закрепления биологических и химических средств защиты растений на обрабатываемой поверхности. Защищает от смывания, способствует пролонгации действия препаратов и максимальному их усвоению. Состав: композиция полисахаридов природного происхождения.

Адьюгрейн 10 % – биоприлипатель для закрепления биологических и химических средств защиты растений на обрабатываемой поверхности растений. Защищает от смывания, способствует пролонгации действия препаратов. Состав: композиция полисахаридов природного происхождения.

В КФХ «Сахалин» в 2018 году из-за сложных метеорологических условий (засушливый период вегетации) эффект воздействия биофунгицидов был более сглажен (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность ячменя сорта Вакула в зависимости от применения биологических препаратов в КФХ «Сахалин», 2018–2020 годы

| Вариант опыта | Урожайность, ц/га | | | | |
|--|-------------------|---------|---------|---------------------------|--------------------|
| | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | В среднем за 3 года, ц/га | ± к контролю, ц/га |
| 1. Без фунгицидной обработки – контроль | 22,6 | 30,6 | 20,4 | 24,5 | – |
| 2. Скарлет, МЭ (1,0 л/т) (ос) | 25,3 | 35,6 | 22,8 | 27,9 | +3,4 |
| 3. Эффект Био (2,0 л/т) (ос) | 25,6 | 32,4 | 21,8 | 26,6 | +2,1 |
| 4. Эффект Био (2,0 л/т) + Вегетон (2,0 л/т) (ос) | 24,9 | 34,9 | 22,5 | 27,4 | +2,9 |
| 5. Эффект Био (2,0 л/т) + Адьюгрейн 10 % (1,0 л/т) (ос) | 25,5 | 34,3 | 22,5 | 27,4 | +2,9 |
| 6. Респекта 25 % (1,5 л/т) (ос) | 25,2 | 33,3 | 22,0 | 26,8 | +2,3 |
| 7. Респекта 25 % (1,5 л/т) + Вегетон (2,0 л/т) (ос) | 25,3 | 34,1 | 22,3 | 27,2 | +2,7 |
| 8. Респекта 25 % (1,5 л/т) + Адьюгрейн 10 % (1,0 л/т) (ос) | 25,8 | 32,0 | 21,7 | 26,5 | +2,0 |
| 9. Алькор Супер (0,4 л/га) (к) | 24,9 | 36,3 | 23,0 | 28,1 | +3,6 |
| 10. Бактофорт (2,0 л/га) (к) | 25,2 | 36,2 | 23,0 | 28,1 | +3,6 |
| 11. Респекта 25 % (2,0 л/га) (к) | 26,0 | 35,8 | 23,2 | 28,3 | +3,8 |
| 12. Алькор Супер (0,4 л/га) (фл) | 25,7 | 34,4 | 22,5 | 27,5 | +3,0 |
| 13. Бактофорт (2,0 л/га) (фл) | 25,4 | 34,3 | 22,4 | 27,4 | +2,9 |
| 14. Респекта 25 % (2,0 л/га) (фл) | 25,2 | 34,5 | 22,4 | 27,4 | +2,9 |
| 15. Алькор Супер (0,4 л/га) (к) + Алькор Супер (0,4 л/га) (фл) | 26,6 | 37,0 | 23,9 | 29,2 | +4,7 |
| 16. Бактофорт (2,0 л/га) (к) + Бактофорт (2,0 л/га) (фл) | 25,8 | 36,8 | 23,5 | 28,7 | +4,2 |
| 17. Респекта 25 % (2,0 л/га) (к) + Респекта 25 % (2,0 л/га) (фл) | 27,2 | 37,5 | 24,3 | 29,7 | +5,2 |
| 18. Бактофорт (2,0 л/га) (к) + Респекта 25 % (2,0 л/га) (фл) | 26,4 | 36,4 | 23,6 | 28,8 | +4,3 |
| 19. Эффект Био (1,0 л/т) (ос) + Вегетон (2,0 л/т) (ос) + Бактофорт (1,0 л) (к) + Респекта 25 % (1,0) (фл) | 27,8 | 38,6 | 24,9 | 30,4 | +5,9 |
| 20. Эффект Био (1,0 л/т) (ос) + Адьюгрейн 10 % (1,0 л/т) (ос) + Бактофорт (1,0 л) (к) + Респекта 25 % (1,0) (фл) | 27,6 | 38,5 | 24,8 | 30,3 | +5,8 |
| НСР ₀₅ | 1,9 | 3,1 | 2,5 | – | – |

Примечание: ос – обработка семян, к – обработка в фазу кушения, фл – обработку в фазу флаг-листа.

Все варианты имели существенное отличие по урожайности, в сравнении с вариантом без обработки. Максимальная урожайность 27,6 и 27,8 ц/га была получена в вариантах с использованием биофунгицида Эффект Био при обработке семян в комплексе с прилипателями Адьюгрейн 10 % или Вегетон. В этих вариантах также была проведена обработка биофунгицидами Бактофорт в фазу кущения и Респекта 25 % в фазу флаг-листа. При этом варианты с обработкой в фазу кущения и фазу флаг-листа как химическими, так биологическими фунгицидами показали высокие результаты.

При обработке биофунгицидом Респекта 25 % урожайность составила 27,2 ц/га, использование химического фунгицида Алькор Супер при тех же условиях привело к урожайности в 26,6 ц/га. Ниже урожайность в 24,9 ц/га наблюдалась и в вариантах при обработке семян Эффект Био совместно с Вегетоном и при обработке в фазу кущения Алькор Супер. Во всех остальных вариантах получена урожайность от 25,2 до 26,4 ц/га.

Схожая ситуация между вариантами опыта наблюдалась и в 2019 году, но в целом урожайность ячменя была гораздо выше, чем в 2018 году. Это связано с более благоприятными метеорологическими условиями. Варианты, обработанные комплексом биопрепаратов Эффект Био (обработка семян) + Адьюгрейн 10 % (обработка семян) + Бактофорт (в фазу кущения) + Респекта 25 % (в фазу флаг-листа) показали наиболее высокие результаты – 38,5 и 38,6 ц/га.

Варианты с применением Респекта 25 % + Адьюгрейн 10 % (обработка семян), Эффект Био (обработка семян) и Респекта 25 % (обработка семян) не имели существенных отличий от варианта без обработки.

В 2020 году урожайность ячменя сорта Вакула, возделываемого по технологии «No-Till», была наименьшей по годам исследований. Это связано с крайне засушливыми условиями вегетационного периода. Обработка семян как химическими, так и биологическими препаратами не повлияла на урожайность зерна ячменя. Выше контрольного варианта урожайность зерна была в вариантах с применением отдельно Алькор Супер, Бактофорт и Респекта в фазу кущения культуры (+2,6–2,8 ц/га). Но между собой эти варианты не различались. Двукратная обработка Алькор Супер, Бактофорт и Респекта в фазу кущения и в фазу флаг-листа незначительно повышала урожайность зерна ячменя по сравнению с однократной обработкой либо в кущение, либо в фазу флаг-листа.

Самая высокая прибавка урожайности ячменя получена в 2020 году при совместных обработках в вариантах Эффект Био (1,0 л/т) (обработка семян) + Вегетон (2,0 л/т) (обработка семян) + Бактофорт (1,0 л) (кущение) + Респекта 25 % (1,0) (флаг-лист) и Эффект Био (1,0 л/т) (обработка семян) + Адьюгрейн 10 % (1,0 л/т) (обработка семян) + Бактофорт (1,0 л) (кущение) + Респекта 25 % (1,0) (флаг-лист).

В среднем за три года при обработке посевного материала химическим препаратом Скарлет, МЭ были достигнуты наиболее высокие результаты по урожайности – 27,9 ц/га, что на 13,9 % больше контроля. Самый низкий показатель прибавки урожайности дала обработка семян препаратами Респекта 25 % совместно с Адьюгрейн 10 % – прибавку урожайности выше контроля на 8,2 %.

При обработке только в фазу кущения культуры Алькор Супер, Бактофорт и Респекта показали одинаковые результаты (+3,6–3,8 ц/га к контролю) в среднем за три года. При обработке растений этими препаратами только в фазу флаг-листа эффект от их применения был на уровне обработки семян. Двойная обработка по вегетации препаратами Бактофорт и Респекта, а также совместное применение их в фазы кущения и флаг-листа дает прибавку урожайности ячменя в 17–21 % по отношению к контролю и находится на одном уровне с химическим фунгицидом Алькор Супер.

В среднем за три года лучшими вариантами по защите ярового ячменя от болезней, можно считать комплексное применение биопрепаратов для обработки семян совместно с обработкой ими по вегетации культуры в фазы кущения и флаг-листа.

Для сравнительной оценки лучших вариантов защиты ячменя были заложены опыты в СПК «Юбилейный» Сакского района без применения технологии «No-Till» (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность ячменя сорта Вакула в зависимости от применения биологических препаратов в СПК «Юбилейный», 2020 год

| Вариант опыта | Урожайность при стандартной влажности, ц/га | ± к контролю, ц/га |
|--|---|--------------------|
| 1. Без фунгицидной обработки – контроль | 20,3 | – |
| 2. Алькор Супер (0,4 л/га) (к) + Алькор Супер (0,4 л/га) (фл) | 25,1 | +4,8 |
| 3. Бактофорт (2,0 л/га) (к) + Бактофорт (2,0 л/га) (фл) | 23,3 | +3,0 |
| 4. Респекта 25 % (2,0 л/га) (к) + Респекта 25 % (2,0 л/га) (фл) | 21,2 | +0,9 |
| 5. Эффект Био (1,0 л/т) (ос) + Вегетон (2,0 л/т) (ос) + Бактофорт (1,0 л) (к) + Респекта 25 % (1,0) (фл) | 27,1 | +6,8 |
| 6. Эффект Био (1,0 л/т) (ос) + Адьюгрейн 10 % (1,0 л/т) (ос) + Бактофорт (1,0 л) (к) + Респекта 25 % (1,0 л/га) (фл) | 26,5 | +6,2 |
| НСР ₀₅ | 4,3 | – |

Наиболее эффективными себя показали варианты с применением комплексной обработки биопрепаратами с различными прилипателями: Вегетон и Адьюгрейн 10 % – 27,1 ц/га и 26,5 ц/га соответственно, а также обработка химическими фунгицидами с внесением препаратов в фазу кушение и флаг-лист – 25,1 ц/га. На контрольном варианте без обработки урожайность была ниже, чем на обрабатываемых участках на 0,9–6,8 ц/га.

Аналогичные варианты опыта были заложены в 2020 году в условиях УНЦ «Опытные поля БГСХА» (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность ячменя сорта Ладны в зависимости от применения биологических препаратов в УНЦ «Опытные поля БГСХА», 2020 год

| Вариант опыта | Урожайность при стандартной влажности, ц/га | ± к контролю, ц/га |
|--|---|--------------------|
| 1. Без фунгицидной обработки – контроль | 38,2 | – |
| 2. Импакт эксклюзив (0,5 л/т) (к) + Импакт эксклюзив (0,5 л/га) (фл) | 42,4 | +4,2 |
| 3. Бактофорт (2,0 л/га) (к) + Бактофорт (2,0 л/га) (фл) | 43,1 | +4,9 |
| 4. Респекта 25 % (2,0 л/га) (к) + Респекта 25 % (2,0 л/га) (фл) | 41,5 | +3,3 |
| 5. Эффект Био (1,0 л/т) (ос) + Вегетон (2,0 л/т) (ос) + Бактофорт (1,0 л) (к) + Респекта 25 % (1,0) (фл) | 45,1 | +6,9 |
| 6. Эффект Био (1,0 л/т) (ос) + Адьюгрейн 10 % (1,0 л/т) (ос) + Бактофорт (1,0 л) (к) + Респекта 25 % (1,0 л/га) (фл) | 42,2 | +4,0 |
| НСР ₀₅ | 2,1 | |

Все варианты имели существенное отличие по урожайности, в сравнении с вариантом без обработки. В качестве химического фунгицида был использован препарат Импакт эксклюзив. Наиболее эффективным был вариант с применением комплексной обработки биопрепаратами с прилипателем Вегетон – 45,1 ц/га. Высокие показатели так же были отмечены на вариантах с обработкой по вегетации препаратом Бактофорт и с применением химического препарата Импакт эксклюзив.

Заключение

При возделывании ярового ячменя сорта Вакула по технологии «No-Till» в условиях КФХ «Сахалин» возможна замена химических препаратов на биологические без снижения урожайности. Обработка посевного материала препаратом Респекта 25 % как в чистом виде, так и в сочетании с прилипателями, способствует защите ярового ячменя от болезней практически на уровне с протравителем Скарлет, МЭ.

Вариант с комплексной обработкой семян биопрепаратами Эффект Био + Адьюгрейн 10 % + Бактофорт в фазу кушения + Респекта 25 % в фазу флаг-листа позволяет защитить посевы на протяжении всей вегетации от наиболее распространенных болезней на уровне с фунгицидами Алькор Супер и Импакт Эксклюзив при любом варианте обработки почвы. Препарат Бактофорт, внесенный в фазу кушения, защищает от такого распространенного заболевания как мучнистая роса, а Респекта 25 % не только обладает свойствами фунгицида, но и способствует защите от стрессовых факторов и стимуляции роста за счет содержания 3-индолил-уксусной кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – изд. 5-е, перераб. и доп. – Москва: колос, 1985. – 416 с.
2. Земледелие. Практикум: учеб. Пособие / А. С. Мастеров [и др.]; под ред. А. С. Мастерова. – Минск: ИВЦ минфина, 2019. – 300 с.
3. Князева, А. П. Влияние биологических препаратов на урожайность ячменя / А. П. Князева, А. С. Мастеров / Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. ст. по материалам XV Междунар. Науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию заслуж. агронома БССР, почетного проф. БГСХА А. М. Богомолова. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 182–186.
4. Методические указания по проведению регистрационных испытаний фунгицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Ин-т защиты растений; под ред. Л. И. Трепашко. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2009. – 320 с.
5. Пигорев, И. Я. Влияние биопрепаратов на распространенность листостебельных заболеваний озимой пшеницы / И. Я. Пигорев, С. А. Тарасов // Вестн. Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4. – С. 42–45.
6. Семькин, В. А. Проблемы современного растениеводства и пути их решения в условиях курской области / В. А. Семькин, И. Я. Пигорев // Проблемы развития сельского хозяйства центрального черноземья: материалы всероссийской науч.-практ. конф. – Курск: изд-во КГСХА, 2005. – С. 3–7.

ПЕРВИЧНОЕ СОРТОИЗУЧЕНИЕ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ (*Fragaria* × *ananassa*) ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ СОРТА ТАТИУС

Т. Н. КАМЕДЬКО, Р. М. ПУГАЧЁВ, М. В. САНДАЛОВА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: plodfac@gmail.com

П. М. ПУГАЧЁВ

ООО «Полисад»,
г. Горки, Республика Беларусь, e-mail: polisad.by@gmail.com

(Поступила в редакцию 29.03.2021)

Представлены результаты оценки элитных сеянцев земляники садовой в первичном сортоизучении. Целью исследования являлась оценка элитных сеянцев по хозяйственно ценным признакам и расчет экономической эффективности их возделывания. Объекты исследований: среднеспелые элитные сеянцы земляники садовой различного гибридного происхождения. Гибриды были получены в 2011 году при проведении внутривидовой гибридизации. В 100 комбинациях скрещивания был получен семенной материал в количестве 33055 семян. После предварительной оценки и отбора на двух этапах искусственного заражения вертициллезом из 11972 сеянцев было высажено на селекционный участок для дальнейшего изучения 1416 растений. После изучения комплекса признаков для дальнейшего изучения выделили 51 элитный сеянец. Материалом для первичного сортоизучения среднеспелых форм стали 3 элитных сеянца. В первичном сортоизучении оценивались ряд признаков: сила роста растения, степень подмерзания, срок созревания ягод, степень цветения и плодоношения, величина ягоды, степень поражения болезнями.

Элитный сеянец 7.17–17 (Царица × Дукат) при средней урожайности характеризовался высокой дегустационной оценкой и относительной устойчивостью к комплексу грибных болезней.

Элитный сеянец 7.14–17 (Эльсанта × Дукат) был отмечен как крупноплодный (средняя масса ягоды 17 г) и относительно устойчивый к пятнистостям листьев, болезням увядания и мучнистой росе.

Элитный сеянец 7.19–17 (Татиус) (Царица × Спаская), способный обеспечить урожайность до 15,0 т/га. В 2018 году по результатам государственного испытания рекомендован для приусадебного возделывания в Республике Беларусь.

Сорт Татиус (элитный сеянец 7.19–17) среднего срока созревания, среднерослый, зимостойкий, крупноплодный (средняя масса ягод 14,8 г), урожайность 15 т/га, дегустационная оценка свежих ягод 4,7 балла. Сорт устойчив к пятнистостям листьев, относительно устойчив к мучнистой росе, болезням увядания, серой гнили.

Ключевые слова: земляника садовая, первичное сортоизучение, оценка, хозяйственно ценные признаки, устойчивость к болезням, урожайность, сорт, Беларусь.

The results of the evaluation of elite strawberry seedlings in the primary variety testing were introduced. The main goal of our research was the assessment of economically valuable traits of elite seedlings and the calculation of the economic efficiency of their farming. Objects of research were mid-season elite strawberry seedlings of different hybrid origin. Hybrids were obtained in 2011 by intraspecific hybridization. In 100 crossing combinations, 33,055 seeds were obtained. After preliminary assessment and two stages of selection at artificial infection with verticillium, 1416 plants out of 11972 seedlings were planted on the selection breeding plot for further studying. After studying the complex of features, 51 elite seedlings were selected for further study. The material for the primary variety study of mid-season forms became 3 elite seedlings. During the primary variety study, a number of characteristics were assessed, such as the strength of plant growth, winter hardiness, the ripening period of berries, the degree of flowering and fruiting, the size of the berry, the degree of disease damage.

The elite seedling 7.17–17 (Tsaritza × Ducat) had an average yield and characterized by high tasting and relative resistance to the complex of fungal diseases.

The elite seedling 7.14–17 (Elsanta × Ducat) marked as large-fruited (average berry weight is 17 g) and relatively resistant to leaf spots, wilt diseases and powdery mildew.

The elite seedling 7.19–17 (Tatius) (Tsaritza × Spasskaya) was able to provide up to 15.0 t/ha of yield. In 2018, according to the results of varieties state testing, it was recommended for home gardening in the Republic of Belarus.

Cultivar Tatius (elite seedling 7.19–17) characterized by an average maturity, medium growth, winter hardiness, large fruits (average berry weight is 14.8 g), yield 15 t / ha. Tasting assessment of fresh berries is 4.7 points. The cultivar is resistant to leaf spots, relatively resistant to powdery mildew, wilt diseases, gray rot.

Key words: strawberry, primary variety testing, evaluation, economic trait, disease resistance, yield, cultivar, Belarus.

Введение

Для повышения конкурентоспособности земляники садовой белорусской селекции на мировом рынке необходимо работать над выведением высокорентабельных сортов с высокой урожайностью и устойчивых к неблагоприятным факторам среды.

Научная работа по созданию исходного материала для селекции земляники садовой и созданию новых сортов, характеризующихся комплексом хозяйственно ценных признаков, проводится на кафедре плодовоовощеводства УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» с

2006 года. В последние годы были созданы и включены в Государственный реестр сортов Беларуси два сорта земляники садовой Полли [1, 2] и Татиус, три сорта включены в Государственный реестр с 2020 года [3].

В настоящее время Государственный реестр сортов включает 49 сортов земляники, из которых 9 белорусской селекции, остальные иностранного происхождения [3]. Это указывает на необходимость расширения сортимента земляники садовой за счет сортов отечественной селекции, адаптивных и устойчивых к биотическим и абиотическим стрессорам.

Изначально селекционная работа сотрудников кафедры плодовоовощеводства УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» была в большей степени направлена на получение высокопродуктивного материала [4], затем приняла направленность селекции на устойчивость к грибным болезням [5, 6, 7], сегодня работа ведется на комплекс хозяйственно ценных признаков. Полученный высокоурожайный и устойчивый к болезням материал стал основой для получения новых сортов, ярким представителем которых является сорт Татиус.

Целью исследований являлась оценка элитных сеянцев, выделение хозяйственно ценных из них и расчет экономической эффективности. Результаты оценки послужили основанием для передачи элитного сеянца 7.19–17 (сорт Татиус) в государственное сортоиспытание.

Основная часть

Селекционная работа проводилась в учебно-опытном саду кафедры плодовоовощеводства УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в 2010–2017 гг., в результате которых был выделен элитный сеянец 7.19–17, полученный от скрещивания сортов российской селекции Царица × Спасская. Повторность опыта в первичном сортоизучении четырехкратная. Каждое повторение состояло из 25 растений, высаженных по схеме 0,9 × 0,2 м. В качестве контроля (стандарта) использовали два сорта земляники – Красный Берег (белорусская селекция) и Вима Ксима (голландская селекция).

Опытный участок расположен на дерново-подзолистой, пылевато-суглинистой почве, подстилаемой лессовидным суглинком. Глубина пахотного горизонта 22–24 см, содержание гумуса 2,2 %, рН почвы – 6,0, P₂O₅ – 246 мг/кг почвы, K₂O – 291 мг/кг почвы. Глубина залегания грунтовых вод ниже 2 м.

Погодные условия в годы проведения исследований были достаточно контрастными. 2015 год характеризовался повышенным температурным фоном при дефиците осадков. В 2016 году отмечено избыточное увлажнение при температурах на 1,5–4 °С выше средних многолетних значений. Более высокие температуры в первой половине 2017 года сопровождались относительным недостатком влаги.

Уход за опытными насаждениями осуществлялся по общепринятой технологии, без применения средств защиты от болезней.

Исследования проводились в соответствии с основными положениями «Программы и методики селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [8], «Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [9], а также руководствуясь учебно-методическим пособием Г. Ф. Говоровой «Методы оценки сельскохозяйственных культур при селекции на иммунитет» [10] и методическими указаниями «Изучение устойчивости плодовых, ягодных и декоративных культур к заболеваниям» [11].

Экономическую эффективность оценивали по результатам первичного сортоизучения, опираясь на отраслевой регламент возделывания земляники садовой [12].

В 2011 году в 100 комбинациях скрещивания был получен семенной материал в количестве 33055 семян. После предварительной оценки и отбора на двух этапах искусственного заражения вертициллезом из 11972 сеянцев было высажено на селекционный участок для дальнейшего изучения 1416 растений. После предварительной оценки для дальнейшего изучения выделили 51 элитный сеянец. Материалом для первичного сортоизучения среднеспелых форм стали 3 элитных сеянца, полученные от скрещивания сортов Царица × Спасская (7.19–17), Царица × Дукат (7.17–17), Эльсанта × Дукат (7.14–17). Первичное сортоизучение проводили в 2015–2017 гг.

При оценке перспективных гибридов учитывались: сила роста растения, степень подмерзания, урожайность, масса ягод с растения, средняя масса ягоды, устойчивости к болезням, дегустационная оценка свежих ягод (таблица).

Хозяйственно ценные признаки элитных сеянцев земляники садовой в первичном сортоизучении, среднее за 2015–2017 гг.

| Показатели | 7.19–17 (Татиус) | 7.17–17 | 7.14–17 | Контрольные сорта | |
|---|------------------|---------|---------|-------------------|---------------|
| | | | | Вима Ксима | Красный берег |
| Сила роста растения, балл | 4,5 | 4 | 4 | 4 | 4,5 |
| Степень подмерзания, балл | 1,0 | 1,0 | 0 | 1,0 | 1,5 |
| Масса ягод с растения, г/куст | 275,5 | 207,2 | 196,8 | 231,2 | 193,7 |
| Урожайность, т/га | 15,31 | 11,51 | 10,93 | 12,84 | 10,76 |
| Средняя масса ягоды, г | 14,8 | 14,5 | 17,0 | 13,7 | 11,0 |
| Пораженность болезнями (максимальные значения): | | | | | |
| белая пятнистость, балл | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,7 | 1,3 |
| бурая пятнистость, балл | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 1,3 | 1,7 |
| угловатая пятнистость, балл | 0,1 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,3 |
| мучнистая роса, балл | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 1,1 | 1,3 |
| серая гниль, % | 3,5 | 5,2 | 4,7 | 5,7 | 14,9 |
| болезни увядания, балл | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 |
| Дегустационная оценка свежих ягод, балл | 4,7 | 4,8 | 4,5 | 4,7 | 4,5 |
| Экономическая эффективность | | | | | |
| Стоимость валовой продукции, тыс. долл. США | 24,92 | 18,74 | 17,79 | 20,90 | 17,52 |
| Себестоимость валовой продукции, тыс. долл. США | 8,74 | 7,04 | 6,78 | 7,64 | 6,71 |
| Прибыль, долл. США/т | 16,19 | 11,69 | 11,01 | 13,27 | 10,81 |
| Рентабельность, % | 185,3 | 166,0 | 162,3 | 173,7 | 161,1 |

По силе роста выделенный элитный сеянец 7.19–17 (Татиус) был наиболее рослым по сравнению с контрольным сортом Вима Ксима и остальными отобранными гибридными сеянцами на 0,5 балла, и на одном уровне с контрольным сортом Красный берег – 4,5 балла.

Уровень зимостойкости элитных сеянцев был достаточно высоким, а максимальная степень подмерзания растений не превышала одного балла. Без признаков повреждения морозами, на протяжении всех лет исследований, характеризовался элитный сеянец 7.14–17.

Наибольший урожай с растения в опыте был характерен для элитного сеянца 7.19–17 (Татиус), в среднем за три года – 275,5 г/куст, что на 44,3 г больше, чем у контрольного сорта Вима Ксима и на 81,8 г, чем у сорта Красный берег. Это обусловило высокую урожайность данного элитного сеянца в условиях опыта. В среднем за три года она составила 15,31 т/га, при 12,84 и 10,76 т/га соответственно у контрольных сортов Вима Ксима и Красный берег.

Наименьший урожай с растения в опыте был отмечен у элитного сеянца 7.14–17–196,8 г/куст, в среднем за три года, что соответствовало урожайности на уровне 10,93 т/га.

Ягоды с наибольшей средней массой отмечены у элитного сеянца 7.14–17–17,0 г. Однако дегустационная оценка свежих ягод этого элитного сеянца была ниже, чем у остальных вариантов и составила – 4,5 балла, что было обусловлено невысокой оценкой вкусовых качеств. Наиболее высокую дегустационную оценку свежих ягод имели элитные сеянцы 7.17–17 (4,8 балла) – при оценке вкуса и 7.19–17 (Татиус) (4,7 балла) – при оценке вкуса и формы плода. У контрольного сорта Вима Ксима дегустационная оценка составила 4,8 балла – при оценке внешнего вида и консистенции мякоти. Все отобранные элитные сеянцы имели высокую устойчивость к белой и бурой пятнистостям листьев, с уровнем поражения не более 0,2 баллов. Это вероятно всего обусловлено тем, что родительские формы этих гибридов являются относительно устойчивыми к пятнистостям листьев. Степень устойчивости контрольных сортов Вима Ксима и Красный берег к белой пятнистости была на уровне 0,7 и 1,3 балла соответственно, а устойчивости к бурой пятнистостью – 1,3 и 1,7 балла соответственно.

К угловатой пятнистости листьев все изученные элитные сеянцы и контрольные сорта проявили высокий уровень устойчивости с пораженностью не более 0,5 баллов.

Развитие на растениях мучнистой росы было отмечено в 2016 году. Наибольшая устойчивость к данной болезни была отмечена у элитного сеянца 7.14–17 (пораженность 0,5 балла). У элитных сеянцев 7.19–17 и 7.17–17 поражение мучнистой росой было на уровне 0,8 балла. Поражение контрольных сортов Вима Ксима и Красный берег соответствовало устойчивости на уровне 1,1 и 1,3 баллам соответственно.

Плоды элитных сеянцев и контрольного сорта Вима Ксима в меньшей степени были поражены серой гнилью по сравнению с сортом Красный берег (14,9 %). Минимальные потери от поражения серой гнилью были отмечены у элитного сеянца 7.19–17 (3,5 %).

Пораженность болезнями увядания на протяжении всех лет исследований носила кумулятивный характер и отмечалась лишь у контрольного сорта Красный берег. На остальных элитных сеянцах и контрольном сорте Вима Ксима признаков поражения болезнями увядания отмечено не было.

Расчеты экономической эффективности возделывания элитных сеянцев и контрольных сортов проводили, опираясь на отраслевой регламент возделывания земляники садовой [12]. Рентабельность их возделывания была достаточно высокой и достигла уровня 185,3 % у элитного сеянца 7.19–17 (Татиус) и 173,7 % у контрольного сорта Вима Ксима.

По результатам первичного сортоизучения следует выделить элитный сеянец 7.19–17, который при урожае с растения 275,5 г/куст превосходил по урожайности (15,31 т/га) контрольные сорта Вима Ксима и Красный берег на 19,2 и 42,3 %.

На основании полученных результатов в первичном сортоизучении элитный сеянец 7.19–17 в 2017 году был передан в государственное сортоиспытание и по результатам оценки включен в Государственный реестр сортов Республики Беларусь с 2019 года и рекомендован для приусадебного возделывания.

Заключение

Оценка среднеспелых элитных сеянцев земляники садовой на протяжении трёх товарных плодоношений в первичном сортоизучении позволило дать им объективную оценку и выявить перспективный образец для передачи в госсортоиспытание.

Установлено, что элитный сеянец 7.17–17 (Царица × Дукат) при средней урожайности характеризуется высокой дегустационной оценкой и относительной устойчивостью к пятнистостям листьев и увяданию. Элитный сеянец 7.14–17 (Эльсанта × Дукат) является крупноплодным (средняя масса ягоды 17 г) и относительно устойчивым к пятнистостям листьев, болезням увядания и мучнистой росе. Элитный сеянец 7.19–17, полученный от скрещивания сортов Царица × Спасская, способный обеспечить урожайность до 15,31 т/га, с 2019 года под названием Татиус включен в Государственный реестр сортов Республики Беларусь и рекомендован для приусадебного возделывания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Результаты оценки элитных сеянцев земляники садовой *F. × ananassa* Duch. в первичном сортоизучении / Р. М. Пугачёв, И. Г. Пугачёва, Т. Н. Камедько [и др.] // Вестник Бел. гос. с.-х. акад. – 2017. – № 2. – С. 39–43.
2. Полли – новый сорт земляники садовой белорусской селекции / Р. М. Пугачёв, И. Г. Пугачёва, Т. Н. Камедько [и др.] // РУП «Ин-т плодородства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2018. – Т. 30. – С. 115–121.
3. Государственный реестр сортов. – Минск: Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений, 2020. – 270 с.
4. Продуктивность и качество ягод некоторых сортов земляники садовой на северо-востоке Беларуси / Т. М. Савенко [и др.] // Плодоовощеводство и декоративное садоводство. Состояние и перспективы развития: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию каф. плодородства и 170-летию Белорус. гос. с.-х. акад. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2011. – С. 97–100.
5. Камедько, Т. Н. Селекционная оценка сортов земляники садовой на устойчивость к пятнистостям листьев / Т. Н. Камедько, Р. М. Пугачев // Вестник Бел. гос. с.-х. акад. – 2013. – № 3. – С. 30–34.
6. Камедько, Т. Н. Результаты оценки гибридного фонда земляники садовой по устойчивости к болезням / Т. Н. Камедько, Р. М. Пугачев // Плодородство: науч. тр. / РУП «Ин-т плодородства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2014. – Т. 26. – С. 183–192.
7. Камедько, Т. Н. Селекция земляники садовой на устойчивость к вертициллезному увяданию / Т. Н. Камедько, Р. М. Пугачев // Вестник Бел. гос. с.-х. акад. – 2015. – № 3. – С. 126–130.
8. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / РАСХН, ВНИИСПК. Под ред. Е. Н. Седова. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1995. – 502 с.
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
10. Говорова, Г. Ф. Методы оценки сельскохозяйственных культур при селекции на иммунитет: учеб.-метод. пособие / Г. Ф. Говорова. – М.: Изд-во РГАУ; МСХА, 2011. – 65 с.
11. Изучение устойчивости плодовых, ягодных и декоративных культур к заболеваниям: метод. указ. / ВИР; сост. Т. М. Хохрякова, К. Н. Никитина, В. И. Кривчинко и др. – Л., 1972. – 122 с.
12. Возделывание земляники садовой: отраслевой регламент: типовые технологические процессы – Введ. с 01.02.2010 // Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала: сборник отраслевых регламентов / Национальная академия наук Беларуси, Республиканское научное унитарное предприятие «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси». – Минск, 2010. – С. 288–311.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ НА СЕМЕНА

А. С. МАСТЕРОВ, Д. И. РОМАНЦЕВИЧ, А. С. ЖУРАВСКИЙ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: doktormaster@mail.ru

(Поступила в редакцию 29.03.2021)

При применении росторегулирующих препаратов необходимо учитывать то, что каждый из них создан для стимулирования роста, развития и повышения продуктивности определенных культур при соответствующих дозах, сроках и способах применения. Под действием препаратов происходят направленные изменения к интенсивному наращиванию зеленой массы, стимулируются процессы регенерации клеток, улучшается и лучше усваивается витаминный обмен, укрепляется иммунитет и общее состояние растений.

В статье приведены результаты исследований по влиянию обработки семян и некорневого внесения регуляторов роста на урожайность семян и экономическую эффективность возделывания горчицы белой на семена в условиях УНЦ «Опытные поля БГСХА». В опытах использовались регуляторы роста: Зеребра Агро (500 мг/л коллоидного серебра + 100 мг/л полигексаметиленбигуанид гидрохлорида), Гидрогумат (биотехническое средство со стимулирующим эффектом и фунгицидной активностью, продукт переработки низинного торфа, в котором гуминовые кислоты из нерастворимых переведены в растворимые одновалентные соли), Экосил (полифункциональный регулятор роста и фитоактиватор физиологических и биохимических процессов в растении, иммуномодулятор, антидепрессант с четко выраженными фунгицидными свойствами).

На основании проведенных исследований можно рекомендовать применение регуляторов роста при возделывании горчицы белой на семена. Обработка семян горчицы белой перед посевом Экосилом в дозе по 0,1 л/т совместно с обработкой в фазу начала бутонизации в дозе 0,08 л/га позволяет получить достоверную прибавку урожайности семян в 1,8 ц/га с рентабельностью производства в 99,2 %. При использовании Гидрогуматом для обработки семян (1,0 л/т) совместно с обработкой растений в начале бутонизации (0,75 л/га) позволяет получить достоверную прибавку семян горчицы белой на уровне 2,0 ц/га при рентабельности производства в 84,7 %.

Ключевые слова: горчица белая, регуляторы роста, Зеребра Агро, Гидрогумат, Экосил, урожайность, экономическая эффективность.

When using growth-regulating preparations, it is necessary to take into account the fact that each of them is designed to stimulate the growth, development and increase the productivity of certain crops at the appropriate doses, timing and methods of application. Under the influence of preparations, directed changes to an intensive build-up of green mass occur, the processes of cell regeneration are stimulated, vitamin metabolism is improved and vitamins are better absorbed, the immunity and the general condition of plants are strengthened.

The article presents results of research into the influence of seed treatment and foliar application of growth regulators on seed yield and economic efficiency of cultivation of white mustard for seeds under the conditions of «Experimental fields of the Belarusian State Agricultural Academy». The following growth regulators were used in the experiments: Zerebra Agro (500 mg / l of colloidal silver + 100 mg / l of polyhexamethylenebiguanide hydrochloride), Hydrohumat (a biotechnical agent with a stimulating effect and fungicidal activity, a product of lowland peat processing, in which humic acids are converted from insoluble salts to soluble monovalent salts), Ecosil (polyfunctional growth regulator and phytoactivator of physiological and biochemical processes in plants, immunomodulator, antidepressant with pronounced fungicidal properties).

Based on the studies carried out, it is possible to recommend the use of growth regulators in the cultivation of white mustard for seeds. Treatment of white mustard seeds before sowing with Ecosil at a dose of 0.1 l / t together with treatment in the budding phase at a dose of 0.08 l / ha allows you to obtain a reliable increase in seed yield of 0.18 t / ha with a production profitability of 99.2 %. The use of Hydrohumat for seed treatment (1.0 l / t) together with the treatment of plants at the beginning of budding (0.75 l / ha) allows obtaining a reliable increase in white mustard seeds at a level of 0.20 t / ha with a production profitability of 84.7 %.

Key words: white mustard, growth regulators, Zerebra Agro, Hydrohumat, Ecosil, productivity, economic efficiency.

Введение

Анализ мирового рынка средств химизации сельскохозяйственного назначения показывает, что по объемам производства, продажи и использования регуляторы роста растений занимают одно из первых мест. Обнаружено и в той или иной степени изучено около 5000 соединений (химического, микробного и растительного происхождения), обладающих регуляторным действием [1, 5].

Стимулирование собственного иммунитета растений, позволяет индуцировать у растений комплексную неспецифическую устойчивость ко многим болезням грибного, бактериального и вирусного происхождения, а также к другим неблагоприятным факторам среды (засуха, низко- и высокотемпературные стрессы).

Регуляторы роста позволяют значительно уменьшить количество обработок посевов фунгицидами в период вегетации, а в перспективе, возможно, и полностью отказаться от них, т. к. они имеют ряд преимуществ: нетоксичность, низкие концентрации использования [1, 6].

Основная часть

Исследования проводились в 2018–2020 годах в учебно-опытном севообороте кафедры земледелия на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА». Основной целью работы была оценка влияния регуляторов роста на урожайность семян горчицы белой. Схема опыта с горчицей белой включала следующие варианты: 1) $N_{20}P_{40}K_{60} + N_{70}$ – фон; 2) фон + Зеребра Агро – обработка семян (0,2 л/т); 3) фон + Экосил – обработка семян (0,1 л/т); 4) фон + Гидрогумат – обработка семян (1,0 л/т); 5) фон + Зеребра Агро – обработка семян (0,2 л/т) + Зеребра Агро в фазе начала бутонизации (0,2 л/га); 6) фон + Экосил – обработка семян (0,1 л/т) + Экосил в фазе начала бутонизации (0,08 л/га); 7) фон + Гидрогумат – обработка семян (1,0 л/т) + Гидрогумат в фазе начала бутонизации (0,75 л/га).

Зеребра Агро (500 мг/л коллоидного серебра + 100 мг/л полигексаметиленбигуанид гидрохлорида). Водный раствор. Разработка международной инновационной компании Grand Harvest Research. В настоящее время ГК «АгроХимПром» является эксклюзивным дистрибьютором препарата Зеребра® Агро.

Гидрогумат – биотехническое средство со стимулирующим эффектом и фунгицидной активностью, продукт переработки низинного торфа, в котором гуминовые кислоты из нерастворимых переведены в растворимые одновалентные соли. Производитель ЗАО «Белнефторс» (Житковичский район, Гомельская область).

Экосил – полифункциональный регулятор роста и фитоактиватор физиологических и биохимических процессов в растении, иммуномодулятор, антидепрессант с четко выраженными фунгицидными свойствами. Производитель, регистрант, поставщик в Беларуси – УП «Бел-УниверсалПродукт».

Исследования проводились с горчицей белой сорта Елена. Общая площадь делянки 36 м², учетная 24,7 м² повторность четырехкратная [2]. В опытах применялись удобрения: карбамид (46 % N), аммонизированный суперфосфат (33 % P₂O₅, 8 % N), хлористый калий (60 % K₂O), КАС (30 % N).

Горчицу белую высевали сеялкой СПУ-6 15 апреля в 2018 году, 24 апреля – в 2019 году и 20 апреля – в 2020 году. Норма посева семян 1,6 млн. шт/га. Предшественником горчицы белой был ячмень. Учет урожайности семян – сплошной поделяночный комбайном селекционным малогабаритным Wintersteiger. Агротехника возделывания общепринятая для Беларуси [4, 7].

Основные данные по урожайности семян горчицы белой обработаны дисперсионным анализом. В целом методика закладки опытов, проведения наблюдений и анализов общепринятая в исследовательской работе [2, 3].

Вегетационный период 2018 года характеризовался теплой погодой апреля (средняя температура воздуха 8,2 °С). Осадков за месяц выпало всего 15,5 мм (на 24,5 мм ниже среднегодовых значений). Метеорологические условия 2019 года значительно отличались от среднегодовых значений. Год в целом характеризовался как засушливый. Вегетационный период 2020 года был достаточно устойчивым как по температурному режиму, так и по влагообеспеченности.

В целом метеорологические условия в период исследований не в полной мере соответствовали требованиям горчицы белой, прежде всего из-за неблагоприятного водного режима в различные фазы вегетации культур. Наименее благоприятными были условия вегетационного периода 2019 года, что оказало отрицательное влияние на урожайность семян.

Во все годы исследований полевая всхожесть была достаточно высокой для мелкосемянной горчицы белой. Это связано с качеством посевного материала (элита), благоприятными условиями посева и всходов культуры. Наиболее высокая полевая всхожесть отмечена в 2018 году. Регуляторы роста оказали незначительное влияние на полевую всхожесть. Так, в вариантах, где обрабатывались только семена, полевая всхожесть в 2018 году была выше всего на 2–5 шт., в 2019 году – 1–3 шт., в 2020 году – на 2–4 шт. Сохраняемость растений горчицы белой так же была очень высокой. Это, прежде всего, связано с высокой степенью защиты посевов от вредителей. Причем, сохраняемость была высокой и в неблагоприятный по метеорологическим условиям 2019 год. Однако по вариантам опыта сохраняемость растений к уборке практически не отличалась и находилась в пределах 91,7–98,6 %.

Определение структуры урожайности показало, что применение регуляторов роста в два приема способствовало по сравнению с фоновым вариантом, несколько большему количеству ветвей первого порядка (табл. 1).

Количество стручков на одном растении увеличилось с применением регуляторов роста в два приема, но между собой эти варианты практически не отличались. Масса семян с одного растения при применении регуляторов роста колебалась незначительно.

Таблица 1. Структура урожайности горчицы белой, в среднем за 2018–2020 годы

| Вариант опыта | Густота, шт/м ² | Количество, шт. | | | | Масса, г | | Биологическая урожайность, ц/га |
|--|----------------------------|-----------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|---------------|---------------------------------|
| | | ветвей первого порядка, шт. | стручков, шт. | семян с 1 растения, шт. | семян с 1 стручка, шт. | семян с 1 растения, г | 1000 семян, г | |
| 1. N ₂₀ P ₄₀ K ₆₀ + N ₇₀ – фон | 132,3 | 4,2 | 52,3 | 225,5 | 4,3 | 1,0 | 4,5 | 13,7 |
| 2. Фон + Зеребра Агро (ос) | 133,7 | 4,2 | 54,3 | 239,3 | 4,4 | 1,1 | 4,5 | 14,7 |
| 3. Фон + Экосил (ос) | 133,3 | 4,2 | 55,0 | 244,2 | 4,4 | 1,2 | 4,7 | 15,5 |
| 4. Фон + Гидрогумат (ос) | 133,3 | 4,3 | 54,3 | 246,8 | 4,5 | 1,2 | 4,7 | 15,7 |
| 5. Фон + Зеребра Агро (ос) + Зеребра Агро (нб) | 133,7 | 4,3 | 56,0 | 248,7 | 4,4 | 1,2 | 4,8 | 16,1 |
| 6. Фон + Экосил (ос) + Экосил (нб) | 133,7 | 4,4 | 56,0 | 254,7 | 4,5 | 1,2 | 4,8 | 16,5 |
| 7. Фон + Гидрогумат (ос) + Гидрогумат (нб) | 134,3 | 4,4 | 56,0 | 254,5 | 4,5 | 1,2 | 4,8 | 16,8 |

Примечание: ос – обработка семян; нб – внесение в начале фазы бутонизации.

Количество семян с одного растения в среднем за три года увеличивалось при применении регуляторов роста для обработки семян на 13,8–18,7 шт. При обработке семян и внесении в начале бутонизации регуляторов роста количество семян на 1 растении увеличивалось на 23,2–29,2 шт. в среднем за три года по сравнению с фоновым вариантом. Повышалось незначительно и количество семян в стручке при применении регуляторов роста. В фоновом варианте масса 1000 семян в среднем за три года составила 4,5 г. При обработке семян Зеребра Агро масса 1000 семян не изменилась. Всего на 4,4 % повышалась масса 1000 семян при обработке семян регуляторами роста Экосил и Гидрогумат. Все варианты с применением регуляторов роста в два приема увеличивали массу 1000 семян на 6,7 %, по сравнению с фоновым вариантом, в среднем за три года.

Исходя из показателей структуры урожайности горчицы белой, произведен расчет биологической урожайности. При применении минеральных удобрений (фон) биологическая урожайность семян получена на уровне 13,7 ц/га в среднем за три года. Все варианты с применением регуляторов роста повышали урожайность семян горчицы белой в совокупности элементов структуры урожайности. Прибавка от их применения при обработке только семян 1,0–2,0 ц/га. В результате дополнительной обработки в фазу начала бутонизации регуляторами роста биологическая урожайность повысилась еще на 0,4–2,1 ц/га.

Урожайность горчицы белой была выше в 2020 году, чем в 2018 и 2019 годах, что связано с наиболее благоприятными условиями возделывания (табл. 2).

Таблица 2. Влияние регуляторов роста на хозяйственную урожайность семян горчицы белой

| Вариант опыта | Урожайность, ц/га | | | | Прибавка к фону, ц/га |
|--|-------------------|---------|---------|-----------|-----------------------|
| | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | В среднем | |
| 1. N ₂₀ P ₄₀ K ₆₀ + N ₇₀ – фон | 13,5 | 8,2 | 16,2 | 12,6 | – |
| 2. Фон + Зеребра Агро (ос) | 13,8 | 9,6 | 17,1 | 13,5 | 0,9 |
| 3. Фон + Экосил (ос) | 13,6 | 10,0 | 18,0 | 13,9 | 1,3 |
| 4. Фон + Гидрогумат (ос) | 13,8 | 9,8 | 16,8 | 13,5 | 0,9 |
| 5. Фон + Зеребра Агро (ос) + Зеребра Агро (нб) | 14,2 | 10,1 | 17,4 | 13,9 | 1,3 |
| 6. Фон + Экосил (ос) + Экосил (нб) | 14,6 | 10,5 | 18,1 | 14,4 | 1,8 |
| 7. Фон + Гидрогумат (ос) + Гидрогумат (нб) | 15,0 | 10,3 | 18,4 | 14,6 | 2,0 |
| НСР ₀₅ | 1,3 | 1,1 | 1,6 | | |

При обработке семян регуляторами в 2018 и 2019 годах исследований не была получена прибавка урожайности семян горчицы белой. Только в 2020 году от применения Экосила была отмечена достоверная прибавка урожайности семян – 1,8 ц/га.

При обработке семян и внесении в начале фазы бутонизации Зеребра Агро только в 2019 году отмечена была прибавка урожайности семян – 1,9 ц/га.

Экосил при двойной обработке положительно влиял на урожайность семян горчицы белой в 2019 и 2020 годах. Прибавка урожайности составила 2,3 ц/га и 1,9 ц/га соответственно. Примечательно, что действие Экосила наблюдалось как в экстремальном, так и в благоприятном по метеорологическим условиям годам.

Обработка семян и посевов Гидрогуматом позволила повысить урожайность семян горчицы белой во все года исследований. В среднем за три года прибавка урожайности семян составила 2,0 ц/га, что было максимальным по опыту.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно рекомендовать вариант с обработкой семян и внесением в фазу бутонизации одним из регуляторов роста – Экосил и Гидрогумат.

Для оценки экономической эффективности производства семян были составлены технологические карты по вариантам опыта, на основании которых были рассчитаны статьи затрат: заработная плата с начислениями, стоимость энергоресурсов, стоимость посевного материала, ядохимикатов, минеральных удобрений и др. Основная статья расходов приходится на удобрения и средства защиты. Затраты по вариантам опытов колебались в пределах 1602,08–1810,43 руб/га. Цена на семена горчицы белой в 2020 году находились на уровне 2290 руб. за 1 т.

Все варианты опыта с горчицей белой показали высокий экономический эффект (табл. 3). Прибыль колебалась от 1283,32 руб. до 1642,24 руб. при уровне рентабельности от 79,7% до 99,2%.

Таблица 3. Экономическая эффективность возделывания горчицы белой в зависимости от применения регуляторов роста, в ценах 2020 года

| Показатели | Вариант опыта | | | | | | |
|-------------------------------|--|----------------------------|----------------------|----------------------------|--|---------------------------------------|--|
| | N ₂₀ P ₄₀ K ₆₀ + N ₇₀ – фон | Фон + Зеребра Агро (ос) | Фон + Экосил (ос) | Фон + Гидро- гумат (ос) | Фон + Зеребра Агро (ос) + Зеребра Агро (нб) | Фон + Экосил (ос) + Экосил (нб) | Фон + Гидро- гумат (ос) + Гидрогумат (нб) |
| Сумма, руб. | | | | | | | |
| Урожайность, ц/га | 12,6 | 13,5 | 13,9 | 13,5 | 13,9 | 14,4 | 14,6 |
| Стоимость продукции, руб. | 2885,40 | 3091,50 | 3183,10 | 3091,50 | 3183,10 | 3297,60 | 3343,40 |
| Всего затрат, руб. | 1602,08 | 1615,79 | 1632,40 | 1720,79 | 1629,77 | 1655,36 | 1810,43 |
| Себестоимость 1 ц семян, руб. | 127,15 | 119,69 | 117,44 | 127,47 | 117,25 | 114,96 | 124,00 |
| Прибыль, руб. | 1283,32 | 1475,71 | 1550,70 | 1370,71 | 1553,33 | 1642,24 | 1532,97 |
| Рентабельность, % | 80,1 | 91,3 | 95,0 | 79,7 | 95,3 | 99,2 | 84,7 |

Наиболее экономически эффективным был вариант с обработкой семян Экосилом (0,1 л/т) + обработка растений в начале фазы бутонизации Экосилом (0,08 л/га) на фоне минеральных удобрений N₂₀P₄₀K₆₀ + N₇₀. В этом варианте прибыль составила 1642,4 руб., рентабельность составила 99,2 % при себестоимости 1 ц семян в 114,96 руб.

Заключение

На основании проведенных исследований, можно рекомендовать применение регуляторов роста при возделывании горчицы белой на семена. Обработка семян горчицы белой перед посевом Экосилом в дозе по 0,1 л/т совместно с обработкой в фазу начала бутонизации в дозе 0,08 л/га позволяет получить достоверную прибавку урожайности семян в 1,8 ц/га с рентабельностью производства в 99,2 %. При использовании Гидрогуматом для обработки семян (1,0 л/т) совместно с обработкой растений в начале бутонизации (0,75 л/га) позволяет получить достоверную прибавку семян горчицы белой на уровне 2,0 ц/га при рентабельности производства в 84,7 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джумов, С. В. Эффективность применения регуляторов роста при возделывании горчицы белой на семена / С. В. Джумов, А. С. Мастеров // Актуальные проблемы агрономии: сб. статей по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 180-летию образования БГСХА и 95-летию агрономического факультета. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 14–17.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – изд. 5-е, перераб. и доп. – Москва: Колос, 1985. – 416 с.
3. Земледелие. Практикум: учеб. пособие / А. С. Мастеров [и др.]; под ред. А. С. Мастерова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 300 с.
4. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – 2-е изд. испр. и доп. – Минск: Беларус. навука, 2013. – 476 с.
5. Применение биостимуляторов роста новосил, 10 % в. э. и экосил, 5 % в. э. в посевах сельскохозяйственных культур Беларуси: рекомендации / Бел. гос. с.-х. акад.; сост. П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2006. – 28 с.
6. Применение регулятора роста экосил в посевах яровой твердой пшеницы / В. В. Павловский [и др.] // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: сб. науч. тр. – Минск: Экоперспектива, 2009. – С. 70–73.
7. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учеб.-метод. пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 383 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТООБРАЗЦОВ УКРОПА ПАХУЧЕГО ПО ОСНОВНЫМ ХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

А. В. ПЕТРЕНКО, В. В. СКОРИНА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 01.04.2021)

Укроп входит в число основных зеленных культур, выращиваемых не только в открытом, но и в защищенном грунте. В Беларуси его выращивают сравнительно в небольших объемах, значительная доля площадей приходится на личные подсобные хозяйства. Сортовой состав культуры представлен небольшим разнообразием. Создание сортов, обладающих высокими товарными и биохимическими качествами, устойчивых к основным биотическим и абиотическим факторам среды, делает необходимым изучение и выделение наиболее перспективных форм укропа.

Селекция укропа ведется по ряду направлений: устойчивость к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды, селекция на скороспелость, улучшение биохимического состава продукции. Оценка исходного материала и создание сортов, обладающих высокими качественными показателями, отвечающих требованиям производства, является актуальной задачей.

В статье дана сравнительная оценка сортообразцов укропа пахучего по биометрическим показателям: высота растений, количество междоузлий, урожайность.

При изучении различных групп спелости установлены различия по высоте растений, которые составили у раннеспелых сортообразцов 1,21 раза, у среднепоздних – 2,0 раза. Наибольшие различия по признаку «высота растений» в зависимости от года выявлены у позднепоздних сортообразцов – 1,44 раза, наименьшие у среднепоздних – 1,05 раза.

Максимальное количество междоузлий на растении в среднем за три года отмечено у образцов 225/10 – 7,9 шт. и 54/10 – 7,7 шт., минимальное у сорта Ароматный букет – 5,1 шт. и образца 46/10 – 5,6 шт.

Урожайность укропа пахучего в среднем за три года у сортообразцов раннеспелой группы составила 2,0–4,5 кг/м², среднепоздней – 3,0–5,1 кг/м².

В ходе исследований по урожайности между сортообразцами установлены наиболее высокие различия у раннеспелых форм – 2,25 раза, наименьшие у среднеспелых – 1,51 раза.

Ключевые слова: укроп пахучий, сорт, образец, высота растений, количество междоузлий, урожайность.

Dill is one of the main green crops grown not only outdoors, but also in greenhouses. In Belarus, it is grown in relatively small volumes, a significant proportion of the area is accounted for by personal subsidiary plots. The varietal composition of the crop is represented by a small variety. The creation of varieties with high commercial and biochemical qualities, resistant to the main biotic and abiotic environmental factors, makes it necessary to study and isolate the most promising forms of dill.

Dill breeding is carried out in a number of areas: resistance to biotic and abiotic environmental factors, selection for early maturity, improvement of the biochemical composition of products. Evaluation of the source material and the creation of varieties with high quality indicators that meet production requirements is an urgent task.

The article provides a comparative assessment of varieties of fragrant dill according to biometric indicators: plant height, number of internodes, yield.

When studying various groups of ripeness, differences in plant height were established, which were 1.21 times in early-ripening varieties and 2.0 times in middle-late varieties. The greatest differences according to the trait «plant height» depending on the year were found in late-ripening cultivars – 1.44 times, the smallest was in middle-late ones – 1.05 times.

The maximum number of internodes on a plant on average over three years was noted in samples 225/10 – 7.9 pieces, and 54/10 – 7.7 pieces, the minimum for the Aromatic Bouquet variety is 5.1 pieces, and sample 46/10 – 5.6 pieces.

The yield of fragrant dill on average for three years in the early maturing group was 2.0–4.5 kg / m², average late – 3.0–5.1 kg / m².

In the course of research on yield between cultivars, the highest differences were found in early-ripening forms – 2.25 times, the smallest was in mid-season ones – 1.51 times.

Key words: fragrant dill, variety, sample, plant height, number of internodes, yield.

Введение

В современных условиях понятие правильного и рационального питания подразумевает не только достаточный объем, но широкий ассортимент овощных культур, который способствует более длительному периоду потребления свежей продукции.

В последние годы большое внимание уделяется расширению ассортимента зеленных и пряно-вкусовых культур. Ценность их обусловлена содержанием эфирных масел, витаминов и микроэлементов, содержанием белков, флавоноидов и других веществ.

Среди большого разнообразия зеленных и пряно-вкусовых культур в пищевом рационе человека особое место занимает укроп пахучий (*Anethum graveolens* L.). Растение, широко распространено, благодаря своим вкусовым качествам и высокому содержанию витаминов, сахаров, минеральных солей, эфирных масел и других ценных веществ [1, 11].

В листьях укропа содержится аскорбиновая и никотиновая кислоты, каротин, тиамин, рибофлавин, а также флавоноиды – кверцетин, изорамнетин и кемпферол, углеводы, пектиновые вещества, минеральные соли, в плодах – 15–18 % жирного масла, в состав которого входят: петрозелиновая кислота, олеиновая кислота, пальмитиновая кислота и линолевая кислота.

Во всех частях растения содержатся эфирное масло, придающее им специфический запах, флавоноиды. Особенно много эфирного масла в плодах укропа (2,5–4 %) [14, 15].

Укроп используется в свежем, сушеном или соленом виде. Его употребляют в различных смесях пряностей и для приготовления различных блюд. Эфирное масло укропа применяют в пищевой, консервной, ликеро-водочной и мыловаренной промышленности, медицине.

Различные экстракты из зелени и семян укропа широко используют для приготовления парфюмерно-косметических композиций [8, 9, 10].

В последние годы появились новые сорта укропа с различным сроком вегетации, формирующие розетку листьев, боковые побеги, имеющие способность формировать листья при многократной уборке.

В Беларуси укроп выращивают сравнительно в небольших объемах, значительная доля площадей которого приходится на личные подсобные хозяйства. Достоверной статистики по площади возделывания, данных по производству и переработке укропа не имеется. Укроп в Беларуси в открытом и в защищенном грунте [5, 7].

В Республике Беларусь районировано небольшое количество сортов укропа пахучего. Увеличение сортового состава, а также создание конкурентоспособных сортов, обладающих высокими товарными и биохимическими качествами, устойчивых к основным биотическим и абиотическим факторам среды, делает необходимым изучение и выделение наиболее перспективных форм укропа.

Возделывание новых сортов будет способствовать не только расширению посевных площадей, но и увеличению исходного материала для селекции культуры [4, 5, 13].

В связи с этим целью наших исследований являлось комплексная оценка исходного материала укропа пахучего, выделение источников для селекции на урожайность.

Основная часть

Полевые исследования проводили на опытном поле кафедры плодоовощеводства УО БГСХА (г. Горки, Могилевская область, Республика Беларусь) в 2012–2014 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с соблюдением всех агротехнических требований по уходу за культурой в течение всего периода наблюдений.

Почва пахотного горизонта характеризовалась нейтральной реакцией почвенной среды, повышенным и высоким содержанием гумуса, высоким содержанием подвижных соединений фосфора и калия и по своим агрохимическим показателям была весьма благоприятна для возделывания большинства овощных культур, в т. ч. и укропа пахучего. Погодные условия в годы проведения исследований в целом оказались благоприятными для возделывания культуры.

Способ посева рядовой с шириной междурядий 35 см и расстоянием между растениями в ряду 10 см [3, 6, 7].

Объектом исследований являлись коллекционные сортообразцы отечественной и зарубежной селекции.

Предмет исследования – биометрические показатели, признаки урожайности. Повторность трехкратная, размещение делянок рандомизированное. Площадь опытной делянки составляла 1,4 м², учетной – 1,0 м².

Биометрические параметры являются одними из составляющих показателей, характеризующих динамику продукционных процессов различных сельскохозяйственных культур, в т. ч. и укропа [11, 12].

Важным признаком, характеризующим биологические особенности развития укропа, является высота растений и количество междоузлий. Данные показатели учитывали при наступлении у растений укропа фазы начала появления зонтиков (табл. 1).

Следует отметить, у сортообразцов по данным признакам в годы оценки коллекционного материала выявлены различия.

В период проведения биометрических учетов в фазу «посев – появление зонтиков» высота растений в среднем за три года достигала у раннеспелых форм – 83,7–100,9 см, среднеспелых – 58,2–93,4 см, среднепоздних – 53,4–107 см и позднеспелых – 50,7–95,0 см.

Таблица 1. Биометрические параметры сортообразцов укропа (посев – начало появления зонтиков)

| Сорто образец | Высота растения, см | | | | Количество междоузлий, шт. | | | |
|----------------------|---------------------|--------|--------|---------|----------------------------|--------|--------|---------|
| | 2012 г | 2013 г | 2014 г | среднее | 2012 г | 2013 г | 2014 г | среднее |
| Раннеспелые | | | | | | | | |
| Ароматный букет | 75,5 | 94,2 | 88,3 | 86,0 | 5,3 | 4,7 | 5,2 | 5,1 |
| 226/10 | 100,0 | 104,4 | 98,4 | 100,9 | 7,0 | 6,8 | 7,0 | 6,9 |
| 58/10 | 73,0 | 96,6 | 81,4 | 83,7 | 6,0 | 5,9 | 5,8 | 5,9 |
| 89/10 | 100,0 | 93,7 | 90,0 | 94,6 | 6,1 | 5,9 | 5,8 | 5,9 |
| НСР ₀₅ | 1,80 | 1,92 | 1,12 | | 0,27 | 0,16 | 0,23 | |
| Среднеспелые | | | | | | | | |
| Удалец | 76,0 | 78,4 | 84,8 | 79,7 | 7,7 | 7,1 | 7,8 | 7,5 |
| 49/10 | 47,8 | 68,6 | 65,4 | 60,6 | 6,7 | 6,7 | 6,8 | 6,7 |
| 55/10 | 61,5 | 56,0 | 57,0 | 58,2 | 8,3 | 8,7 | 7,9 | 8,3 |
| 301/10 | 93,0 | 87,7 | 83,3 | 88,0 | 8,0 | 7,0 | 7,8 | 7,6 |
| Озорник | 75,2 | 90,1 | 79,4 | 81,6 | 7,3 | 7,2 | 7,1 | 7,2 |
| 53/10 | 105,2 | 80,0 | 95,1 | 93,4 | 7,8 | 7,7 | 7,8 | 7,7 |
| НСР ₀₅ | 1,32 | 1,23 | 0,75 | | 0,16 | 0,19 | 0,20 | |
| Среднепоздние | | | | | | | | |
| 75/10 | 70,0 | 62,3 | 65,8 | 66,0 | 6,7 | 7,0 | 6,9 | 6,9 |
| 46/10 | 109,8 | 96,3 | 101,7 | 102,6 | 5,6 | 5,9 | 6,0 | 5,8 |
| 54/10 | 65,2 | 71,8 | 76,9 | 71,3 | 7,7 | 8,3 | 7,9 | 8,0 |
| 76/10 | 61,5 | 58,9 | 69,1 | 63,2 | 7,0 | 6,8 | 6,8 | 6,9 |
| 291/10 | 103,5 | 81,1 | 99,9 | 94,8 | 6,6 | 6,0 | 5,9 | 6,2 |
| 88/10 | 97,5 | 78,6 | 82,3 | 86,1 | 5,7 | 5,9 | 5,1 | 5,6 |
| 52/10 | 70,0 | 92,2 | 78,8 | 80,3 | 5,3 | 8,1 | 7,9 | 7,1 |
| 274/10 | 100,0 | 89,9 | 76,8 | 88,9 | 6,7 | 6,0 | 6,8 | 6,5 |
| 72/10 | 69,0 | 54,1 | 49,3 | 57,5 | 6,0 | 7,9 | 7,8 | 7,2 |
| 74/10 | 66,3 | 71,9 | 69,2 | 69,1 | 7,7 | 8,0 | 8,0 | 7,9 |
| 270/10 | 56,0 | 50,6 | 53,7 | 53,4 | 6,7 | 7,2 | 7,0 | 7,0 |
| 277/10 | 70,5 | 63,1 | 64,7 | 66,1 | 7,0 | 7,1 | 6,8 | 7,0 |
| 225/10 | 70,0 | 57,1 | 62,8 | 63,3 | 7,7 | 8,0 | 7,9 | 7,9 |
| 276/10 | 98,3 | 84,1 | 95,1 | 92,5 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| 287/10 | 114,2 | 109,0 | 97,8 | 107,0 | 8,0 | 7,8 | 7,9 | 7,9 |
| 83/10 | 67,3 | 60,4 | 76,8 | 68,2 | 6,3 | 7,1 | 6,8 | 6,7 |
| НСР ₀₅ | 0,78 | 0,53 | 0,49 | | 0,12 | 0,12 | 0,09 | |
| Позднеспелые | | | | | | | | |
| 294/10 | 96,3 | 97,1 | 91,7 | 95,0 | 7,0 | 6,8 | 6,8 | 6,9 |
| 71/10 | 75,8 | 67,8 | 68,1 | 70,6 | 6,9 | 7,4 | 7,2 | 7,2 |
| 82/10 | 72,3 | 66,4 | 68,1 | 68,9 | 6,7 | 6,5 | 6,7 | 6,6 |
| 256/10 | 81,2 | 64,3 | 72,2 | 72,6 | 7,0 | 6,7 | 6,8 | 6,8 |
| 295/10 | 71,2 | 61,2 | 77,1 | 69,8 | 6,4 | 5,9 | 6,0 | 6,1 |
| 68/10 | 51,5 | 42,6 | 58,1 | 50,7 | 6,3 | 6,1 | 5,9 | 6,1 |
| 268/10 | 77,3 | 69,4 | 71,3 | 72,7 | 6,7 | 7,0 | 6,9 | 6,9 |
| 79/10 | 68,3 | 60,0 | 65,9 | 64,7 | 6,8 | 7,2 | 7,0 | 7,0 |
| 80/10 | 54,2 | 61,6 | 60,0 | 58,6 | 7,0 | 6,9 | 7,0 | 7,0 |
| Комбат | 79,7 | 69,8 | 64,4 | 71,3 | 6,7 | 7,2 | 7,1 | 7,0 |
| 275/10 | 72,8 | 63,9 | 65,3 | 67,3 | 5,0 | 5,0 | 5,1 | 5,0 |
| 269/10 | 75,2 | 77,6 | 73,1 | 75,3 | 6,0 | 6,3 | 6,1 | 6,1 |
| 191/10 | 55,0 | 58,3 | 61,7 | 58,3 | 6,0 | 6,1 | 6,5 | 6,2 |
| 300/10 | 75,0 | 73,9 | 71,7 | 73,5 | 7,0 | 6,8 | 7,1 | 7,0 |
| НСР ₀₅ | 0,59 | 0,51 | 0,76 | | 0,15 | 0,09 | 0,11 | |

Различия по признаку «высота растений» у раннеспелых сортообразцов составили 1,21 раза, у среднепоздних – 2,0 раза.

Наибольшие различия по признаку «высота растений» выявлены между годами у сортообразцов, относящихся к группе позднеспелых – 1,44 раза, наименьшие у среднепоздних – 1,05 раза.

Максимальное количество междоузлий на растении в среднем за три года было у образцов 225/10 – 7,9 шт. и 54/10 – 7,7 шт., минимальное у сорта Ароматный букет – 5,1 шт. и образца 46/10 – 5,6 шт.

Урожайность укропа пахучего (табл. 2) в зависимости от группы спелости варьировала в годы исследований.

У сортообразцов раннеспелой группы в среднем за три года максимальная урожайность составила 4,5 кг/м² у образца 226/10, минимальная у сорта Ароматный букет – 2,0 м². Образец 226/10 характеризовался стабильной урожайностью в годы проводимых исследований.

У раннеспелых форм по урожайности в 2012–2014 гг. выделились образцы 55/10 и 53/10. Для большинства образцов условия 2012 г. оказались наиболее благоприятными для выявления потенциальной продуктивности.

Из группы среднепоздних максимальной урожайностью в 2012 году характеризовались образцы 54/10, 74/10, 83/10, 225/10, 88/10. В 2013 г. максимальная урожайность получена у образца 88/10–5,4 кг/м², минимальная у образца 46/10 – 2,8 кг/м².

В 2014 г. урожайность варьировала от 2,9 кг/м² у образца 46/10 до 4,9 кг/м² у образца 88/10.

В среднем за три года урожайность составила от 3,0 кг/м² у образца 46/10 до 5,1 кг/м² у образца 88/10. Наименьшая урожайность получена у сорта Комбат – 3,6 кг/м², наибольшая у образца 295/10 – 4,9 кг/м².

Таблица 2. Урожайность сортообразцов укропа в фазу технической зрелости, кг/м²

| Сортообразец | Урожайность в фазу технической спелости, кг/м ² | | | среднее |
|----------------------|--|---------|---------|---------|
| | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | |
| Раннеспелые | | | | |
| Ароматный букет | 2,3 | 1,7 | 2,0 | 2,0 |
| 226/10 | 4,5 | 4,4 | 4,6 | 4,5 |
| 58/10 | 3,1 | 2,8 | 3,3 | 3,1 |
| 89/10 | 4,4 | 3,8 | 4,3 | 4,2 |
| НСР ₀₅ | 0,15 | 0,14 | 0,10 | |
| Среднеспелые | | | | |
| Удалец | 3,7 | 2,8 | 3,1 | 3,2 |
| 49/10 | 3,7 | 2,3 | 2,9 | 3,0 |
| 55/10 | 4,6 | 4,1 | 4,5 | 4,4 |
| 301/10 | 4,3 | 3,7 | 4,7 | 4,2 |
| Озорник | 3,1 | 2,7 | 2,8 | 2,9 |
| 53/10 | 4,0 | 4,2 | 4,6 | 4,3 |
| НСР ₀₅ | 0,09 | 0,08 | 0,12 | |
| Среднепоздние | | | | |
| 75/10 | 3,3 | 4,0 | 3,8 | 3,7 |
| 46/10 | 3,2 | 2,8 | 2,9 | 3,0 |
| 54/10 | 4,3 | 4,8 | 4,2 | 4,4 |
| 76/10 | 3,2 | 3,1 | 3,5 | 3,3 |
| 291/10 | 3,5 | 3,1 | 3,4 | 3,3 |
| 88/10 | 4,9 | 5,4 | 4,9 | 5,1 |
| 52/10 | 3,9 | 3,5 | 3,2 | 3,5 |
| 274/10 | 4,2 | 4,8 | 4,5 | 4,5 |
| 72/10 | 3,9 | 4,5 | 4,3 | 4,2 |
| 74/10 | 4,4 | 4,3 | 4,7 | 4,5 |
| 270/10 | 3,1 | 3,9 | 3,8 | 3,6 |
| 277/10 | 3,9 | 3,3 | 3,7 | 3,6 |
| 225/10 | 4,8 | 4,2 | 4,7 | 4,6 |
| 276/10 | 3,7 | 4,9 | 4,3 | 4,3 |
| 287/10 | 3,8 | 3,0 | 3,5 | 3,4 |
| 83/10 | 4,4 | 5,2 | 4,8 | 4,8 |
| НСР ₀₅ | 0,07 | 0,05 | 0,07 | |
| Позднеспелые | | | | |
| 294/10 | 4,1 | 3,2 | 3,8 | 3,7 |
| 71/10 | 4,0 | 3,8 | 4,1 | 4,0 |
| 82/10 | 3,6 | 4,6 | 4,2 | 4,1 |
| 256/10 | 5,4 | 3,4 | 4,5 | 4,4 |
| 295/10 | 4,9 | 4,6 | 5,1 | 4,9 |
| 68/10 | 4,6 | 4,0 | 4,1 | 4,2 |
| 268/10 | 4,7 | 3,9 | 4,4 | 4,3 |
| 79/10 | 4,4 | 3,6 | 3,8 | 3,9 |
| 80/10 | 4,6 | 4,4 | 4,7 | 4,6 |
| Комбат | 3,5 | 3,7 | 3,6 | 3,6 |
| 275/10 | 3,3 | 2,9 | 3,1 | 3,1 |
| 269/10 | 4,9 | 3,7 | 3,9 | 4,2 |
| 191/10 | 3,8 | 3,4 | 4,1 | 3,8 |
| 300/10 | 4,7 | 5,2 | 4,4 | 4,8 |
| НСР ₀₅ | 0,06 | 0,05 | 0,07 | |

В условиях 2012 года урожайность сортообразцов составила 3,3–5,4 кг/м², в 2014 г – 2,9–5,2 кг/м², в 2013 г. – 3,1–5,1 кг/м².

В среднем за три года различия по урожайности между минимальным и максимальным значением у сортообразцов укропа составили 1,6 раза.

В ходе исследований уставлены наиболее высокие различия по урожайности (2,25 раза) у ранне-спелых форм, наименьшие (1,51 раза) у среднеспелых.

Заключение

Отмечены сортовые различия по высоте растений и количеству образовавшихся междуузлий. Установлено, что в пределах группы спелости количество междуузлий не зависит от высоты растений. Различия по признаку «высота растений» у раннеспелых сортообразцов составили 1,21 раза, у среднеспелых – 1,6, у среднепоздних – 2,0 и позднеспелых – 1,87 раза. Максимальное количество междуузлий на растении в среднем за три года отмечено у образцов 225/10 – 7,9 шт. и 54/10 – 7,7 шт., минимальное у сорта Ароматный букет – 5,1 шт. и образца 46/10 – 5,6 шт.

Среди раннеспелых форм по урожайности выделены образцы 226/10, 89/10. Высокой урожайностью характеризовались среднеспелые образцы 55/10, 53/10, среднепоздние – 54/10, 88/10, 83/10, 287/10 и позднеспелые – 295/10, 80/10, 300/10, которые могут быть использованы в дальнейшей селекционной работе при создании высокоурожайных сортов

ЛИТЕРАТУРА

1. Дамбраускене, Е. Л. Урожайность и качество сортов укропа (*Anethum graveolens* L.) / Е. Л. Дамбраускене, М. В. Рубинскене, П. И. Вишкялис // Овощеводство: сб. науч. тр. – Минск, 2006 – т. 12. Основные направления научно-технического прогресса в овощеводстве стран СНГ и Балтии. – 215 с.
2. Дудченко, Л. Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения / Л. Г. Дудченко [и др.]. – Киев, 1989. – 304 с.
3. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов; Рос. акад. с.-х. наук, ГНУ Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства. – Москва: ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства, 2011. – 648 с.
4. Лудилов, В. А. Редкие и малораспространенные овощные культуры: биология, выращивание, семеноводство / В. А. Лудилов, М. И. Иванова. – Москва: Росинформагротех, 2009. – 196 с.
5. Машанов, В. И. Пряно-ароматические растения / В. И. Машанов, А. А. Покровский. – Москва, 1991, - 287 с.
6. Методические указания по изучению коллекции капусты и листовых зеленных культур (салат, шпинат, укроп) – Ленинград, 1989. – 42 с.
7. Методические указания по селекции зеленных, пряно-вкусовых и многолетних овощных культур. – Москва, 1987. – С. 3–12.
8. Мустяцэ, Г. И. Возделывание ароматических растений / Г. И. Мустяцэ. – Кишинев, 1989. – 188 с.
9. Полуденный, Л. В. Эфирномасличные культуры / Л. В. Полуденный [и др.]. – Москва, 1994. – 143 с.
10. Селекция и семеноводство овощных культур в XXI веке : Международная научно-практическая конференция, 24–27 июля 2000 г. в 2 т. / Российская академия сельскохозяйственных наук, Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ, Министерство науки и технологий РФ, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур; Ред. В. Ф. Пивоваров. – Москва, 2000. – Т. 2. – 457 с.
11. Сологуб, Ю. И. Овощеводство. Новые подходы – реальная прибыль / Ю. И. Сологуб, И. М. Стрелюк, А. С. Максимюк. – Киев: ООО «Полиграф плюс», 2012. – С. 197–198.
12. Степуро, М. Ф. Научные основы интенсивных технологий овощных культур / М. Ф. Степуро, А. А. Аутко, Н. Ф. Рассоха – Минск: А.Н. Вараксин, 2011. – 296 с.
13. Циунель, М. М. Фирма «Гавриш» Сортовое разнообразие укропов. / М. М. Циунель // Картофель и овощи. – 2000. – № 5 – С. 23–24.
14. Циунель, М. М. Возделывание зеленных и нетрадиционных культур в защищенном грунте / М. М. Циунель // Гавриш. – 2003. – № 3. – С. 10–11.
15. Шкляр, А. П. Пряно-ароматические и лекарственные культуры в Беларуси (инновации, технологии, экономика и организация производства) / А. П. Шкляр. – Минск: БГАТУ, 2014 – 200 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ В ЗАЩИТЕ КУКУРУЗЫ ОТ ПУЗЫРЧАТОЙ ГОЛОВНИ И ФУЗАРИОЗА ПОЧАТКОВ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Н. Л. СВИДУНОВИЧ, А. Г. ЖУКОВСКИЙ

РУП «Институт защиты растений»,
аг. Прилуки, Республика Беларусь, 223011, e-mail: kulickaya82@mail.ru

(Поступила в редакцию 05.04.2021)

В статье опубликованы результаты изучения эффективности применения фунгицидов в защите кукурузы от пузырчатой головни и початков от фузариоза. Исследования проводились в 2013–2016 гг. в условиях искусственных инфекционных фонов. Инокуляцию растений кукурузы проводили путём опрыскивания суспензией спор гриба *Ustilago maydis* в фазе начала выбрасывания метелки, а початков – с помощью введения споровой суспензии грибов *Fusarium verticillioides* и *F. graminearum* и их смесью в фазе развития плода – начало молочной спелости зерна кукурузы. В целях снижения развития пузырчатой головни и фузариоза початков на кукурузе эффективно применять фунгициды Амистар Экстра, СК (0,75 л/га), Абакус Ультра, СЭ (1,5 л/га), Аканто Плюс, КС (0,7 л/га). Биологическая эффективность данных препаратов в подавлении гриба *U. maydis* в среднем составляла 52,4–67,0 %. В защите кукурузы от фузариоза початков, независимо от вида возбудителя и года исследований, препараты Амистар Экстра, СК (0,75 л/га), Абакус Ультра, СЭ (1,5 л/га), Аканто Плюс, КС (0,7 л/га) также обладали достаточно высокой биологической эффективностью, которая варьировала от 48,3 до 64,9 %. В вариантах с обработкой кукурузы фунгицидами отмечалось снижение развития болезней, в результате чего увеличилась масса 1000 зерен в среднем до 252,5–269,6 г (пузырчатая головня) и до 263,0–274,7 г (фузариоз початков). Установлено, что изучаемые препараты позволили сохранить статистически достоверный урожай зерна кукурузы от 5,7 до 7,7 ц/га.

Ключевые слова: кукуруза, развитие болезни, пузырчатая головня, фузариоз початков, фунгициды, эффективность, урожайность.

The article publishes the results of studying the effectiveness of the use of fungicides in protecting corn from blister smut and ears from fusarium. The studies were carried out in 2013–2016 in conditions of artificial infectious backgrounds. Inoculation of maize plants was carried out by spraying with a spore suspension of the fungus *Ustilago maydis* in the panicle emergence phase, and on the cobs with the introduction of a spore suspension of *Fusarium verticillioides* and *F. graminearum* fungi and their mixture in the phase of fetal development – beginning of milk ripeness of corn grain. In order to reduce the development of blister smut and fusarium on the cobs of corn, it is effective to use fungicides Amistar Extra, SC (0.75 l / ha), Abakus Ultra, SE (1.5 l / ha), Akanto Plus, SC (0.7 l / ha). The biological effectiveness of these preparations in suppressing the fungus *U. maydis* averaged 52.4–67.0 %. In the protection of maize from fusarium on the cob, regardless of the type of pathogen and the year of research, the preparations Amistar Extra, SC (0.75 l / ha), Abakus Ultra, SE (1.5 l / ha), Akanto Plus, SC (0.7 l / ha) also had a fairly high biological efficiency, which varied from 48.3 to 64.9 %. In variants with the treatment of corn with fungicides, a decrease in the development of diseases was noted, as a result of which the weight of 1000 grains increased on average to 252.5–269.6 g (blister smut) and to 263.0–274.7 g (fusarium on the cob). It was found that the studied preparations allowed maintaining a statistically reliable corn grain yield from 0.57 to 0.77 t / ha.

Key words: corn, disease development, blister smut, fusarium of the ears, fungicides, efficiency, yield.

Введение

В Республике Беларусь кукуруза является одной из важнейших зернофуражных культур [15]. В 2019 г. посевные площади кукурузы на зерно составляли 193 тыс. га, валовый сбор – 1093 тыс. тонн, средняя урожайность – 57,5 ц/га [21]. Наряду с метеорологическими факторами, на снижение урожайности культуры негативно влияют и болезни грибного характера [17].

В республике и за рубежом к наиболее распространенным и вредоносным заболеваниям периода вегетации относятся пузырчатая головня, вызываемая грибом *Ustilago maydis* (DC.) Corda (ранее – *Ustilago zae* Schwein.), и фузариоз початков, основными возбудителями которого являются грибы *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg и *F. graminearum* Schwabe [8, 9, 25, 27, 28, 33, 30, 31].

Пораженность посевов кукурузы пузырчатой головней в Беларуси может достигать 50,0 %, в других странах – 90,0 % [4, 5, 8, 10, 18]. Потери зерна от болезни составляют 3,5–30,0 % [8, 20, 22]. Вредоносность пузырчатой головни проявляется в гибели пораженного растения, его бесплодности, снижении количества и качества урожая, в повышении восприимчивости кукурузы к другим болезням [2, 16, 25].

В условиях Беларуси фузариоз початков встречается ежегодно во всех областях выращивания кукурузы на зерно с распространенностью до 93,3 % [2, 18]. В других странах болезнь обнаружена практически во всех кукурузосеющих регионах мира [8, 16, 28, 29, 33]. Болезнь ухудшает посевные качества семян, пищевые свойства зерна и продуктов его переработки (снижается содержание крахмала и жиров, повышается содержание белка в зерне) и поэтому во всем мире фузариоз рассматривается как одна из наиболее вредоносных болезней сельскохозяйственных культур [23].

Таким образом, анализ данных по распространенности и развитию пузырчатой головни и фузариоза початков в посевах кукурузы, их вредоносности показывает, что в период вегетации растения подвержены поражению возбудителями болезней. Так как протравители семян имеют сравнительно ограниченный период действия и, как правило, малоэффективны против аэрогенной инфекции, то в данный период необходимым приемом для сохранения урожая является применение фунгицидов.

В связи с вышесказанным, целью нашей работы являлось изучение биологической и хозяйственной эффективности фунгицидов в подавлении развития болезней в посевах кукурузы.

Основная часть

Исследования проводили в полевых и лабораторных условиях РУП «Институт защиты растений» Минского района на раннеспелых гибридах Мос 182 СВ (2013–2015 гг.) и Лювена (2016 гг.).

В опытах использовали фунгициды, в состав которых включены действующие вещества из разных химических групп: в 2013–2016 гг. – Амистар Экстра, СК 0,75 л/га (азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л), Абакус Ультра, СЭ 1,5 л/га (эпоксиконазол, 62,5 г/л + пираклостробин, 62,5 г/л), в 2014–2015 гг. – Аканто Плюс, КС 0,7 л/га (ципроконазол, 200 г/л + пикоксистробин, 80 г/л).

Почва опытного участка дерново-подзолистая, рН – 6,5, содержание гумуса – 2,2 %. Сев кукурузы проводили в оптимальные сроки, способ сева – квадратно-гнездовой. Опыты закладывали в 4-кратной повторности, размер опытной делянки – 10 м².

Инокуляцию растений кукурузы проводили путём опрыскивания суспензией спор гриба *U. maydis* в фазе выхода метелки, а початков – с помощью введения споровой суспензией грибов *F. verticillioides* и *F. graminearum* в фазе развития плода – начало молочной спелости зерна кукурузы. В 2013 г. инфицирование початков проводили смесью грибов данных видов. Заражение початков кукурузы осуществляли путем инъекции инокулюма под обертки початка при помощи шприца [1]. Для этого использовали суспензию спор и мицелия, выращенного на картофельно-сахарозном агаре, с титром спор $1,4\text{--}3,4 \times 10^7$ – *F. verticillioides* и $1,4\text{--}6,4 \times 10^5$ – *F. graminearum*.

Гидротермические условия в годы исследований несколько отличались. В июле 2013 г. наблюдался температурный фон на уровне среднесезонной нормы – 17,8 °С и дефицит осадков – 92,2 % от нормы. Август характеризовался средней температурой воздуха выше нормы на 1,4 °С и недостаточным количеством осадков – 17,8 % от нормы, однако уже в сентябре выпало 68 мм осадков, что выше нормы на 8 мм. 2014 г. характеризовался повышенным температурным фоном с июля по август – 2,0–2,4 °С. За этот период выпало 135,1 % осадков. В условиях 2015 г. в июле температура воздуха и количество осадков были на уровне среднесезонных значений – 17,3 °С и 91,2 мм, а в сентябре наблюдалось обильное количество осадков – 164 % от нормы. Июль 2016 г. характеризовался заливными дождями – осадков выпало 160,2 % от нормы, температура воздуха не превышала многолетнюю норму. В августе–сентябре наблюдался дефицит осадков, а температура воздуха была выше нормы на 0,8 °С.

Фенологические стадии развития кукурузы отмечали согласно коду ВВСН [12]: ст. 51 – начало выбрасывания метелок; метелка хорошо заметна внутри кроющихся верхних листьев; ст. 71 – начало образования зерна; ст. 71–73 – начало образования зерна – ранняя молочная спелость; ст. 83 – ранняя восковая спелость зерна; ст. 85 – восковая спелость зерна.

Развитие болезней рассчитывали по формуле [14]:

$$R = \frac{\sum (a \times b) \times 100}{N \times K},$$

где R – развитие болезни, %; $\sum (a \times b)$ – сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий им балл поражения (b); N – общее количество обследованных растений (больных и здоровых); K – высший балл шкалы учета.

При учете пузырчатой головни использовалась следующая балльная шкала поражения надземных органов кукурузы пузырчатой головней [24]:

0 – признаки поражения отсутствуют;

0,1 – очень мелкие пузырьки или валикообразные вздутия на листьях, иногда с антоциановой окраской; 1 – отдельные небольшие пузырьки или валикообразные вздутия (0,5–1 см в диаметре) на листьях, стеблях, метелках, на верхушках основных початков, на рудментарных и пасынковых початках; 2 – вздутия размером 2–5 см на листьях, стеблях, метелках, обертках и верхушках початков; 3 – крупные вздутия (10–15 см в диаметре) на стеблях ниже початков; 4 – крупные вздутия (10–15 см в диаметре) на стеблях выше початков;

5 – крупные вздутия на початках;

6 – растения, деформированные или погибшие от сильного поражения головней.

Учет степени поражения фузариозом початков проводился по 5-балльной шкале, разработанной В. Г. Иващенко и Е. Ф. Сотченко [7]:

1 балл – поражено до 2,0 % (до 5 зерен);

2 балл – поражено от 2,1 до 5,0 % (6–15 зерен);

3 балл – поражено от 5,1 до 10,0 % (16–30 зерен);

4 балл – поражено свыше 10,1 % поверхности початка (более 30 зерен локального типа проявления);

5 балл – восприимчивость – поражено свыше 10,1 % поверхности (более 30 зерен рассеянного типа проявления).

Расчет биологической, хозяйственной и экономической эффективности проводили по методике, изложенной в рекомендациях «Методические указания по протравливанию семян сельскохозяйственных культур», «Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [13, 14].

Хозяйственную эффективность фунгицидов рассчитывали на основе величины сохраненного урожая зерна, полученной за счет проведения защитных мероприятий в сравнении с вариантом без обработки.

Потери урожая рассчитывали по следующей формуле:

$$P_y = \frac{(A-a)}{A} \times 100,$$

где P_y – потери урожая, %; A – урожайность здоровых растений, ц/га; a – урожайность больных растений, ц/га.

Полученные экспериментальные данные обрабатывали с помощью однофакторного дисперсионного анализа в программе MS Excel.

Известно, что при совмещении в июле следующих предикторов: периода начало выбрасывания метелок – цветение початков, восприимчивого гибрида и условий – среднесуточная температура воздуха выше многолетней нормы на 2,5–3,2 °С и суммы осадков 30,0–60,0 % от нее, возможно массовое поражение початков кукурузы пузырчатой головней в республике [2]. Анализ гидротермических условий позволяет сделать вывод, что лишь 2013 и 2015 гг. были благоприятными для заражения растений пузырчатой головней.

Погодные условия для инфицирования грибами рода *Fusarium* в искусственно созданных условиях складывались благоприятно. Известно, что грибы *Fusarium* spp. развиваются в диапазоне температур 3,0–30,0 °С (оптимум 20,0–22,0 °С). В годы с повышенным количеством осадков в период созревания культуры наблюдается интенсивное развитие фузариоза початков [29].

Согласно литературным источникам, максимальное заражение початков кукурузы фузариозом отмечается при инфицировании в стадии 63–79, а по нашим исследованиям – ст. 71–73, что в условиях республики приходится чаще на август [8, 19, 26, 29, 32]. Поэтому погодные условия августа-сентября являются благоприятными для развития фузариоза початков. На наш взгляд, росту степени поражения початков в годы исследований способствовало также повышенное количество выпавших осадков перед инфицированием (июль месяц), что обусловило сохранение влаги на растении. Во все годы исследований в полевых опытах с искусственным заражением початков возбудителями фузариоза – грибами *F. verticillioides* и *F. graminearum* – существенных различий в степени поражения в зависимости от вида гриба не отмечено.

Из вышесказанного следует, что развитие болезней тесно связано с погодой. В защите кукурузы от болезней сроки применения фунгицидов должны увязываться со временем массового инфицирования его возбудителями. В условиях Беларуси, это ст. 51 (пузырчатая головня) и ст. 71–73 (фузариоз початков). На наш взгляд, именно это является биологической основой для выявления целесообразности применения фунгицидов и достижения максимальной их эффективности.

Существенную роль на эффективность химических обработок оказывают также особенности механизма действия входящих в состав препаратов действующих веществ. Используемые в исследованиях фунгициды на основе действующих веществ из класса триазолы (ципроконазол, эпоксиконазол) подавляют синтез стерина, что приводит к нарушению проницаемости липидного бислоя мембран клеток грибов. В итоге нарушается клеточное деление гриба, его рост и размножение. Соединения из химической группы стробилуринов (азоксистробин, пираклостробин, пикоксистробин) оказывают

преимущественно защитное действие. Попадая на поверхность листа, они ингибируют дыхание в грибной клетке и прорастание спор [3].

Применение изучаемых фунгицидов в ст. 51 позволило достичь биологической эффективности на уровне 52,4–67,0 % при развитии болезни в вариантах без обработки 6,0–10,6 % (рис. 1). Существенных различий по этому показателю в зависимости от использованных фунгицидов не выявлено.

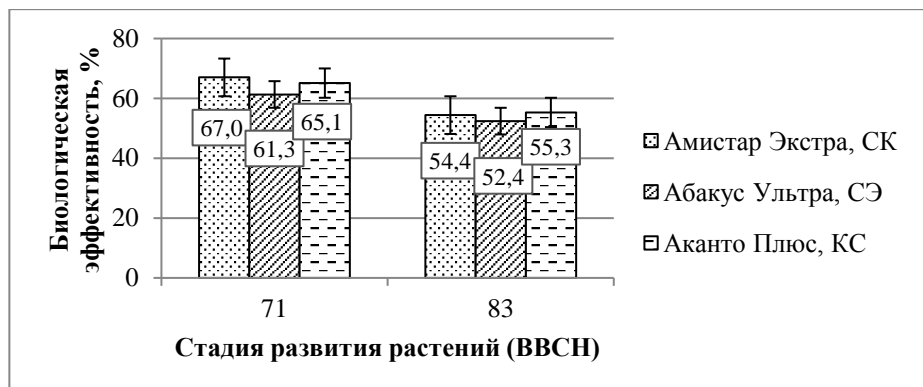


Рис. 1. Биологическая эффективность фунгицидов (\pm ошибка средней) в ограничении развития пузырчатой головни

Анализ полученных данных показал, что фунгициды также оказывали ингибирующее влияние на развитие фузариоза початков в условиях искусственного инфицирования растений. Степень поражения болезнью в конце вегетации в среднем варьировала от 25,7 до 40,9 % при инфицировании початков грибом *F. verticillioides*, и от 25,1 до 41,2 % – при инфицировании початков грибом *F. graminearum*. При заражении початков смесью этих грибов развитие болезни в ст. 83 и 85 составило 32,0 и 45,0 % соответственно.

Достигнутая биологическая эффективность препаратов свидетельствует о том, что фунгициды Амистар Экстра, СК и Абакус Ультра, СЭ активно снижали развитие болезни. Эффективность их в подавлении гриба *F. verticillioides* в среднем варьировала от 51,7 до 64,9 % в зависимости от года исследований (рис. 2). Фунгициды одинаково снижали развитие болезни до 9,4–20,3 %. Применение препарата Аканто Плюс, КС позволило получить эффективность на уровне 51,4–61,3 % при развитии болезни в контроле 6,2 и 14,0 % (ст. 83 и 85).

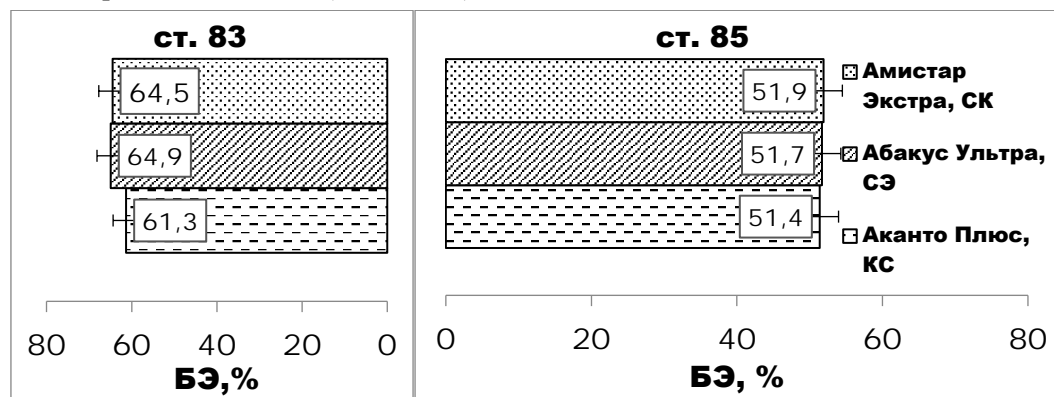


Рис. 2. Биологическая эффективность фунгицидов (\pm ошибка средней) в ограничении развития фузариоза початков, зараженных грибом *F. verticillioides*

Полученные результаты по эффективности фунгицидов Амистар Экстра, СК и Абакус Ультра, СЭ в отношении гриба *F. graminearum* свидетельствуют о достаточно высоком ее уровне – 50,4–63,0 % (рис. 3). Фунгицидное действие препаратов в отношении грибов *Fusarium spp.* составило 52,0–56,9 %. Обработка кукурузы Аканто Плюс, КС также оказалась эффективной (48,3–59,3 %) при среднем развитии болезни в контрольных вариантах 26,6 и 38,6 % (ст. 83 и 85).

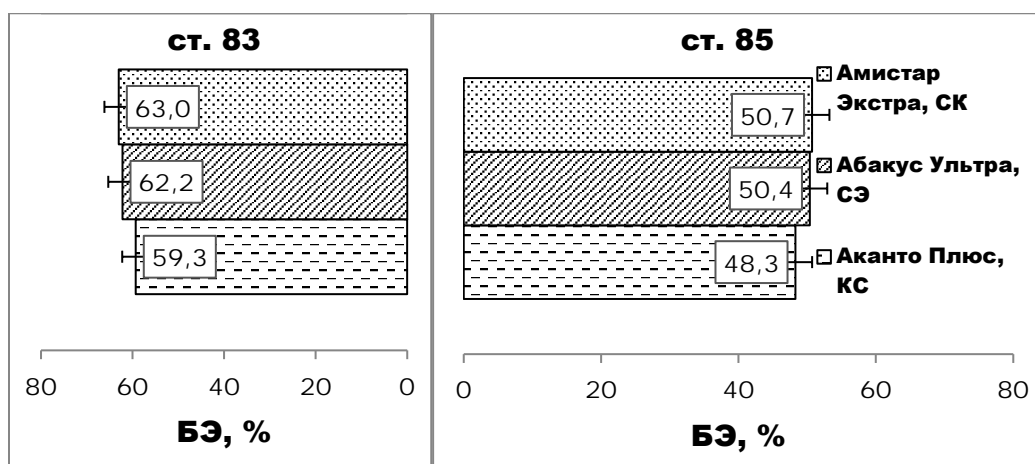


Рис. 3. Биологическая эффективность фунгицидов (\pm ошибка средней) в ограничении развития фузариоза початков, зараженных грибом *F. graminearum*

В целом, полученные результаты в условиях инфицирования растений наиболее вредоносными и распространенными видами – *F. verticillioides* и *F. graminearum*, свидетельствуют об отсутствии различий в эффективности фунгицидов в зависимости от вида возбудителя. В условиях 2013 г. при использовании для инфицирования растений смеси выше указанных возбудителей фузариоза эффективность исследуемых фунгицидов была практически на одном уровне.

В опытах с исследованием эффективности фунгицидов в отношении ингибирования развития пузырчатой головни отмечен рост показателей хозяйственной эффективности приема, а именно увеличилась масса 1000 зерен в среднем до 252,5–269,6 г. Величина сохраненного урожая в среднем составила 6,1–6,6 ц/га ($НСР_{05} = 1,6-4,7$ ц/га) (табл. 1).

Таблица 1. Хозяйственная эффективность фунгицидов в защите кукурузы от пузырчатой головни

| Вариант | Масса 1000 зерен, г | | Сохраненный урожай, ц/га | |
|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| | диапазон | ср.* | диапазон | ср.* |
| Без обработки | 208,0-267,7 | 237,1±24,4 | – | – |
| Амистар Экстра, СК | 220,9-281,0 | 254,0±24,8 | 4,3-8,2 | 6,3±1,8 |
| Абакус Ультра, СЭ | 231,0-279,0 | 252,5±21,2 | 4,6-8,2 | 6,1±1,6 |
| Без обработки | 236,0-267,7 | 251,9±25,4 | – | – |
| Аканто Плюс, КС | 250,2-289,0 | 269,6±27,4 | 6,4-6,8 | 6,6±0,3 |

* – В таблице даны средние значения \pm стандартное отклонение.

Применение анализируемых препаратов в защите посевов кукурузы от фузариоза початков также способствовало увеличению массы 1000 зерен до 263,0–274,7 г (табл. 2) и позволило сохранить урожай зерна до 5,7–7,7 ц/га в зависимости от года исследований и гриба-возбудителя болезней ($НСР_{05} = 1,1-4,0$ ц/га) (табл. 3).

Таблица 2. Хозяйственная эффективность фунгицидов в защите кукурузы от фузариоза початков

| Вариант | Масса 1000 зерен, г | | | | |
|--------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| | <i>F. verticillioides</i> | ср.* | <i>F. graminearum</i> | ср.* | <i>Fusarium spp.</i> |
| Без обработки | 235,2-266,5 | 250,9±15,7 | 235,0-265,2 | 246,7±16,2 | 233,0 |
| Амистар Экстра, СК | 252,2-299,0 | 271,1±24,7 | 255,8-295,2 | 274,7±19,8 | 263,0 |
| Абакус Ультра, СЭ | 248,6-302,6 | 270,4±28,5 | 250,0-299,6 | 273,2±25,0 | 264,3 |
| Без обработки | 235,2 | – | 235,0-240,0 | 237,5±3,5 | – |
| Аканто Плюс, КС | 244,0 | – | 246,9-281,1 | 264,0±24,2 | – |

* – В таблице даны средние значения \pm стандартное отклонение.

Таблица 3. Величина сохраненного урожая

| Вариант | Урожайность, ц/га | | | | |
|--------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------------|
| | \pm к варианту без обработки, ц/га | | | | |
| | <i>F. verticillioides</i> | ср.* | <i>F. graminearum</i> | ср.* | <i>Fusarium spp.</i> |
| Без обработки | – | – | – | – | – |
| Амистар Экстра, СК | 5,2-6,3 | 5,7±0,6 | 5,6-7,5 | 6,4±1,0 | 7,7 |
| Абакус Ультра, СЭ | 5,0-6,6 | 5,7±0,8 | 5,2-7,2 | 6,2±1,0 | 6,9 |
| Аканто Плюс, КС | 5,0 | – | 5,1-7,0 | 6,1±1,3 | – |

* – В таблице даны средние значения \pm стандартное отклонение.

Заключение

Таким образом, основными болезнями кукурузы в период вегетации являются пузырчатая головня и фузариоз початков, поэтому защитные мероприятия в отношении данных болезней необходимо осуществлять в период массового инфицирования ими растений. Исследуемые фунгициды показали относительно высокую биологическую эффективность в подавлении развития пузырчатой головни

(52,4–67,0 %) и фузариоза початков (48,3–64,9 %) и позволили в среднем сохранить статистически достоверный урожай зерна кукурузы, величина которого, в зависимости от года исследований и используемых препаратов, составила от 5,7 до 7,7 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисов, В. Н. Методы инокуляции кукурузы при создании инфекционного фона фузариоза початков / В. Н. Борисов // Материалы четвертой Всесоюз. науч.-техн. конф. молодых ученых по проблемам кукурузы / Всесоюз. НИИ кукурузы; редкол.: В. С. Циков (отв. ред.) [и др.]. – Днепропетровск, 1985. – Ч. II. – С. 98–104.
2. Буга, С. Ф. Биологическое обоснование эффективности химической защиты кукурузы от болезней: рекомендации / С. Ф. Буга, А. Г. Жуковский, Т. Н. Жердецкая. – Минск: РУП «Ин-т защиты растений», 2012. – 54 с.
3. Буга, С. Ф. Биологические основы эффективного применения фунгицидов в защите листового аппарата и колоса зерновых культур от болезней: рекомендации / С. Ф. Буга [и др.]. – РУП «Институт защиты растений». – Минск, 2013. – 60 с.
4. Буга, С. Ф. Болезни кукурузы / С. Ф. Буга, Т. Н. Жердецкая // Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2008 году и прогноз их появления в 2009 году в Республике Беларусь / РУП «Институт защиты растений»; под ред. А. В. Маисеенко, С. В. Сороки. – Минск, 2009. С. 40–41.
5. Пузырчатая головня кукурузы и условия, способствующие ее распространению / С. Ф. Буга [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – № 4. – С. 20–25.
6. Грисенко, Г. В. Методика фитопатологических исследований по кукурузе / Г. В. Грисенко, Е. Л. Дудка. – Днепропетровск, 1980. – 57 с.
7. Иващенко, В. Г. Совершенствование системы оценок кукурузы на устойчивость к засухе и фузариозу початков / В. Г. Иващенко, Е. Ф. Сотченко, Ю. В. Сотченко // Вестн. защиты растений. – 2006. – № 1. – С. 16–20.
8. Иващенко, В. Г. Болезни кукурузы: этиология, мониторинг и проблемы сортоустойчивости / В. Г. Иващенко. – СПб. – Пушкин: ФГБНУ ВИЗР, 2015. – 286 с.
9. Иващенко, В. Г. Пузырчатая головня кукурузы: этиология, патогенез болезни и проблема устойчивости (уточнение парадигмы) / В. Г. Иващенко // Вестн. защиты растений. – 2011. – № 4. – С. 40–56.
10. Каратыгин, И. В. Головневые грибы. Онтогенез и филогенез / И. В. Каратыгин. – Л.: Наука, 1981. – 216 с.
11. Кириченко, В. В. Идентифікація ознак кукурудзи (*Zea mays* L.) (навчальний посібник) / В. В. Кириченко [и др.]. – Харків: Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН, 2007. – 137 с.
12. Кукуруза / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. В. И. Щербакова. – Минск: Беларуская навука, 1998. – 200 с.
13. Методические указания по протравливанию семян сельскохозяйственных культур. – ВНПО по агрохим. обслуж. сел. х-ва «Союзсельхозхимия»; подгот. Т. С. Баталова [и др.]. – М: Колос, 1984. – 48 с.
14. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. С. Ф. Буги; рец.: В. Л. Налобова, В. А. Тимофеева. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.
15. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н. Ф. Надточаев; НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.
16. Немлиенко, Ф. Е. Болезни кукурузы / Ф. Е. Немлиенко. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 230 с.
17. Никончик, П. И. Анализ и пути увеличения производства зерна в Беларуси / П. И. Никончик // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 5 (66). – С. 24–27.
18. Патогенный комплекс грибов, паразитирующий на кукурузе (литературный обзор) / Н. Л. Свидуневич // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», Респ. науч. дочер. унитар. предприятие «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Несвиж, 2016. – Вып. 40. – С. 202–217.
19. Свидуневич, Н. Л. Влияние сроков заражения початков кукурузы возбудителями фузариоза на снижение урожайности / Н. Л. Свидуневич, А. Г. Жуковский // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Минск, 2019. – Вып. 43. – С. 195–202.
20. Силаев, А. И. Головневые болезни в Поволжье: распространенность, вредоносность и защита посевов / А. И. Силаев // Докл. РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 16–19.
21. Статистический ежегодник: Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2020. – 436 с.
22. Текела, А. Головневые грибы и пятнистость / А. Текела, Ф. Лисович // Агриматко. – 2005. – № 1/10. – С. 45–47.
23. Фузариоз зерновых культур / Т. Ю. Гагкаева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2011. – № 5. – С. 52.
24. Юрку, А. И. Генетические аспекты устойчивости кукурузы к пузырчатой головне / А. И. Юрку, М. Н. Лазу. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 177 с.
25. Blochowiak, A. Głównia guzowata kukurydzy – problemem hodowców i rolników / A. Blochowiak, M. Skorupska // Ochr. Rosl. – 2007. – R. 52, NR 1. – S. 23–26.
26. Hoenish, R. W. Relationship between kernel pericarp thickness and susceptibility to fusarium ear rot in field corn / R. W. Hoenish, R. M. Daris // Plant Disease. – Vol. 78, № 5. – 1994. – P. 517–519.
27. Logrieco, A. Toxigenic Fusarium Species and Mycotoxins Associated with Maize Ear Rot in Europe / A. Logrieco [et al.] // European Journal of Plant Pathology. – 2002. – № 108. – P. 597–609.
28. Munkvold, G. P. Epidemiology of Fusarium diseases and their mycotoxins in maize ears / G. P. Munkvold // European Journal of Plant Pathology. – 2003. – № 109. – P. 705–713.
29. Munkvold, G. P. Importance of Different Pathways for Maize Kernel Infection by Fusarium moniliforme / G. P. Munkvold, D. C. McGee, W. M. Carlton // Phytopathology. – Vol. 87 (2). – 1997. – P. 209–217.
30. Povero, S. The effect of different infection pathways on maize kernel infection by *Fusarium* fumonisins contamination / S. Povero [et al.]; 15 National Meeting of the Italian Society for Plant Pathology (SIPA), Locorondo, Sept. 28–Oct. 1, 2009 // Plant Pathology. – 2009. – Vol. 91, № 4. – P. 81.
31. Szecsi, A. A. Lizeola szekcioba tartozó fuzariumok és 1992 / A. A. Szecsi // Novenyvedelem. – 1994. – Vol. 30, № 70. – S. 313–318.
32. Thompson, Michelle E. H. Fungal pathogens of Maize Gaining Free Passage Along the Silk Road / Michelle E. H. Thompson, M. N. Raizada // Pathogens. – Vol. 7, № 4. – 2018. – P. 81.
33. Venturini, G. First Report of Fusarium andiyazi Causing Ear Rot on Maize in Italy / G. Venturini [et al.] // Plant disease. – 2017. – Vol. 101, № 5. – P. 839.

КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ФЕНОТИПИЧЕСКИМИ ПРИЗНАКАМИ У КОЛЛЕКЦИОННЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ЧЕСНОКА ОЗИМОГО

И. Г. КОХТЕНКОВА, В. В. СКОРИНА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 05.04.2021)

При создании новых сортов особое внимание уделяют взаимосвязи признаков, для выявления которых применяют статистические методы, в частности метод корреляционного анализа. Анализ и использование взаимосвязей способствуют выявлению ценного исходного материала на разных этапах онтогенеза и проведению его предварительного отбора для адресной селекции на основе оценки сопряженных селекционно-значимых признаков.

Целью наших исследований являлось определение корреляционной связи между основными фенотипическими признаками у сортообразцов чеснока озимого.

В статье представлены результаты изучения коллекционных сортообразцов чеснока озимого по комплексу хозяйственно полезных признаков в 2018–2020 гг., которые проводились на опытном поле кафедры плодовоовощеводства УО БГСХА. Дана сравнительная оценка сортообразцов чеснока озимого по урожайности, массе луковицы, количеству зубков в луковице и массе зубка. Определены биометрические показатели по высоте и диаметру луковицы. Дан сравнительный анализ сортообразцов по высоте растений, количеству, длине и ширине листьев.

Выявлены корреляционные связи между основными хозяйственно полезными признаками у сортообразцов чеснока озимого, что позволило выделить ценные формы по косвенным признакам, способствующие ускорению селекционного процесса в поиске исходного материала.

Выявлена корреляционная зависимость между признаками цветоносных стрелок и морфологическими признаками сортообразцов чеснока озимого.

В результате корреляционного анализа установлена сильная зависимость между урожайностью и массой луковицы ($r=0,999$), урожайностью и массой зубка ($r=0,812$), массой луковицы и массой зубка ($r=0,811$), высотой луковицы и диаметром луковицы ($r=0,844$), высотой растения и длиной листа ($r=0,837$).

Ключевые слова: чеснок озимый, сорт, образец, урожайность, коэффициент корреляции, признак, луковица.

When creating new varieties, special attention is paid to the relationship of characters, for the identification of which statistical methods are used, in particular, the method of correlation analysis. The analysis and use of relationships contribute to the identification of valuable source material at different stages of ontogenesis and its preliminary selection for targeted selection based on the assessment of associated selection-significant traits.

The purpose of our research was to determine the correlation between the main phenotypic traits in winter garlic varieties.

The article presents results of the study of collection varieties of winter garlic according to a complex of economically useful traits in 2018–2020, which were carried out on the experimental field of the Department of Horticulture at Belarusian State Agricultural Academy. A comparative assessment of varieties of winter garlic in terms of yield, weight of bulbs, number of cloves in a bulb and weight of a clove is given. Biometric indicators for the height and diameter of the bulb have been determined. A comparative analysis of variety samples according to plant height, number, length and width of leaves is given.

Correlation relationships between the main economically useful traits in varieties of winter garlic were revealed, which made it possible to identify valuable forms by indirect signs that accelerate the selection process in the search for source material.

The correlation dependence between the traits of flowering shoots and morphological traits of varieties of winter garlic was revealed.

As a result of the correlation analysis, a strong relationship was established between the yield and the weight of the bulb ($r = 0.999$), the yield and the weight of the clove ($r = 0.812$), the weight of the bulb and the weight of the clove ($r = 0.811$), the height of the bulb and the diameter of the bulb ($r = 0.844$), plant height and leaf length ($r = 0.837$).

Key words: winter garlic, variety, sample, yield, correlation coefficient, sign, bulb.

Введение

Производство чеснока является важной составляющей в овощеводстве Республики Беларусь. Культура является одной из ценных и востребованных луковых культур, возделываемых во всех регионах Беларуси.

Все встречающиеся и возделываемые формы культурного чеснока подразделяют на два подвида: стрелкующийся или стеблеобразующий чеснок и обыкновенный или нестрелкующийся чеснок.

В основу классификации чеснока (*Allium sativum* L.) при делении его на подвиды – стрелкующий и нестрелкующий – положен признак наличия или отсутствия стрелки [5]. Кузнецов А. В. отмечает, что деление чеснока на подвиды – это условно, так как при этом учитывалось влияние эколого-географических факторов [10].

В. А. Комиссаров полагает, что все чесноки по своей природе стрелкующиеся и обладают способностью формировать генеративные органы. Для восстановления способности чеснока стрелковаться

В. А. Комиссаров рекомендует систематически выращивать нестрелкующий чеснок в подзимней посадке, выбраковывая нестрелкующие растения [8].

Культуру широко возделывают в Китае, Индии, Испании, Южной Корее, США, Японии, Германии, Франции, Великобритании. Одно из ведущих мест в мире по производству чеснока занимает Китай. Ежегодный объем производства составляет около 20,8 тыс. тонн.

Высокая конкуренция чеснока на мировом рынке требует создания и внедрения в производство новых сортов с комплексом хозяйственно ценных признаков.

При создании новых сортов необходимо принимать во внимание взаимосвязь признаков, для выявления которых применяют статистические методы, в частности метод корреляционного анализа [4]. Использование установленных взаимосвязей способствуют выявлению ценного исходного материала, что позволяет на разных этапах онтогенеза проводить его предварительный отбор для адресной селекции на основе оценки сопряженных селекционно-значимых признаков, более простых и доступных для анализа [3, 14].

Значения корреляции могут изменяться в процессе онтогенеза и в значительной степени определяться условиями выращивания растений [9]. Поэтому важно выявление и использование в работе именно тех взаимосвязей между признаками, которые наиболее четко выражены и стабильно проявляются в разные годы.

Изучение корреляционной зависимости между признаками, дает возможность проводить первичную оценку сортообразцов и более объективно выявлять формы с высокими значениями хозяйственно ценных признаков, а их комплексная оценка способствует выделению лучшего исходного материала для дальнейшей селекции.

Отмечено, что большое значение в работе по созданию новых сортов имеет изучение связи урожайности с ее основными составляющими элементами. Наличие взаимосвязей определенного характера уточняет значимость каждого из признаков.

Целью наших исследований являлось определение корреляционной связи между основными фенотипическими признаками у сортообразцов чеснока озимого.

Основная часть

Исходным материалом являлись сорта и образцы чеснока озимого, отобранные из различных районов Беларуси и сорта, включенные в Государственный реестр.

Исследования проводились в 2018–2020 гг. на опытном поле кафедры плодовоовощеводства. Участок характеризовался следующими агрохимическими показателями: 2018 г.: рН – 6,6, P₂O₅ – 339,1 мг/кг, K₂O – 296,0 мг/кг; 2019 г.: рН – 6,57, P₂O₅ – 483,6 мг/кг, K₂O – 375,0 мг/кг; в 2020 г.: рН – 6,6, P₂O₅ – 573,5 мг/кг; K₂O – 294,0 мг/кг.

Климатические условия в годы проведения исследований отличались по температурным показателям воздуха, количеству атмосферных осадков, как по годам исследований, так и от средних многолетних данных, что позволило объективно оценить исходный материал.

Опыт был заложен в трехкратной повторности по схеме 50+20*8 см. Учеты и измерения проводились согласно Методическим указаниям по селекции луковых культур [12].

Статистическая обработка результатов по выявлению корреляционной связи проводили с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 13.

В наших исследованиях изучались коэффициенты корреляции между основными фенотипическими признаками у чеснока озимого. Полученные данные свидетельствуют о том, что урожайность чеснока озимого (таблица 1) не связана с количеством зубков в луковице ($r = -0,075$). Выявлено, что у образцов с более высокой урожайностью наблюдается меньшее количество зубков в луковице.

Между признаками «масса луковицы» и «количество зубков в луковице» отмечена отрицательная корреляционную связь ($r = -0,076$). Установлена высокая зависимость между массой луковицы и массой зубка ($r = 0,811$), высотой ($r = 0,755$) и диаметром луковицы ($r = 0,760$).

В своих работах М. Ф. Хайсин указывал отрицательную корреляционную связь между количеством зубков в луковице и массой луковицы у стрелкующихся сортов чеснока озимого. Далее он отмечал тенденцию к формированию меньшего количества зубков при увеличении массы луковицы, что с технологической точки зрения является ценным свойством, но при этом снижается экономическая эффективность семеноводства [15].

В результате исследований установлена тесная связь между признаками «урожайность» и «масса луковицы» – $r = 0,999$, «масса зубка» – $r = 0,812$, формой луковицы (высота и диаметр). Средняя корреля-

ляционная связь наблюдалась между высотой растения, количеством листьев и длиной и шириной листа.

У сортообразцов чеснока между количеством зубков в луковице выявлена слабая корреляционная зависимость с высотой ($r=0,021$) и диаметром ($r=0,032$) луковицы и отрицательная – с массой зубка ($r= -0,466$), высотой растения и количеством листьев, длиной и шириной листа.

Данная зависимость отмечается в исследованиях ряда авторов [1, 6, 7], которые утверждают, что отбор растений с длинными листьями позволит выделить образцы с небольшим количеством крупных зубков, однако при этом коэффициент размножения будет невелик.

В исследованиях С. В. Жарковой установлена корреляционная связь между массой луковицы и длиной листа, однако Н. В. Литвиненко в своей работе выявила взаимосвязь между массой луковицы и шириной листа, а с длиной листа не обнаружена [6, 11].

Таблица 1. Коэффициенты корреляции между основными фенотипическими признаками чеснока озимого, 2018–2020 гг.

| Признак | Урожайность, т/а | Масса луковицы, г | Количество зубков, шт. | Масса зубка, г | Высота луковицы, см | Диаметр луковицы, см | Высота растения, см | Количество листьев, шт. | Длина листа, см | Ширина листа, см |
|-------------------------|------------------|-------------------|------------------------|----------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|-----------------|------------------|
| Масса луковицы, г | 0,999 | – | | | | | | | | |
| Количество зубков, шт. | -0,075 | -0,076 | – | | | | | | | |
| Масса зубка, г | 0,812 | 0,811 | -0,466 | - | | | | | | |
| Высота луковицы, см | 0,755 | 0,755 | 0,021 | 0,676 | – | | | | | |
| Диаметр луковицы, см | 0,760 | 0,760 | 0,032 | 0,672 | 0,844 | – | | | | |
| Высота растения, см | 0,719 | 0,718 | -0,085 | 0,698 | 0,681 | 0,702 | – | | | |
| Количество листьев, шт. | 0,506 | 0,507 | -0,165 | 0,536 | 0,643 | 0,613 | 0,545 | – | | |
| Длина листа, см | 0,732 | 0,733 | -0,058 | 0,636 | 0,646 | 0,673 | 0,837 | 0,575 | – | |
| Ширина листа, см | 0,690 | 0,690 | -0,085 | 0,661 | 0,716 | 0,747 | 0,745 | 0,745 | 0,775 | |
| Высота цветоноса, см | 0,435 | 0,436 | -0,144 | 0,441 | 0,314 | 0,416 | 0,459 | 0,285 | 0,504 | 0,414 |

Масса зубка находилась в средней взаимосвязи с формой луковицы, высотой растения и количеством листьев, их длиной и шириной.

В исследованиях Э. Д. Жила [7] установлена сильная связь между высотой и диаметром луковицы, длиной листа. По данным И. Г. Берговиной [2], выявлена средняя взаимосвязь между этими признаками. Автором отмечена средняя корреляция диаметра луковицы с массой луковицы, кроме того, отмечается обратная связь между диаметром луковицы и количеством зубков в луковицы, однако положительная с массой зубка. Также была установлена сильная обратная связь количества зубков в луковице с их массой. Данная закономерность была получена и в исследованиях Н. В. Литвиненко [11].

Сильная корреляционная связь отмечена между высотой луковицы и диаметром луковицы ($r=0,844$), урожайностью ($r=0,755$) и массой луковицы ($r=0,755$). Высота и диаметр луковицы имели среднюю корреляционную связь с высотой растения, количеством листьев, длиной и шириной листа.

Наблюдалась сильная связь между высотой растения и длиной листа ($r=0,837$), средняя – между количеством листьев и шириной листа. Длина с шириной листа также находилась в сильной взаимосвязи ($r=0,775$). Между количеством листьев установлена средняя взаимосвязь с длиной и шириной листа.

В исследованиях И. Г. Берговиной выявлена обратная связь между урожайностью, массой луковицы и высотой цветоноса [2].

В наших исследованиях установлена средняя положительная корреляционная связь между высотой цветоноса и признаками: «урожайность» ($r=0,435$), «масса луковицы» ($r=0,436$), «масса зубка» ($r=0,441$), «высота луковицы» ($r=0,314$), «диаметр луковицы» ($r=0,416$), «высота растения» ($r=0,459$), «количество листьев» ($r=0,285$), «длина и ширина листа» ($r=0,504$, $r=0,414$). Между высотой цветоноса и количеством зубков в луковице установлена обратная корреляционная связь ($r= - 0,144$).

Способность чеснока к стрелкованию зависит от климатической зоны и условий выращивания [1]. По результатам исследований М. В. Алексеевой, проявляется закономерность того, что высота цвето-

носа зависит от количества воздушных бульбочек и их массы. Однако в исследованиях В. Г. Сузана такой зависимости выявлено не было [1, 13].

Таблица 2. Корреляционная зависимость между признаками цветоносных стрелок и морфологическими признаками сортообразцов чеснока озимого

| Признак | Высота цветоноса, см | Масса соцветия, г | Количество воздушных луковичек, шт. |
|-------------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------------------------|
| Высота цветоноса, см | - | - | - |
| Масса соцветия, г | 0,523 | - | - |
| Количество воздушных луковичек, шт. | 0,146 | 0,059 | - |
| Масса 1000 шт. воздушных луковичек | 0,251 | 0,594 | - 0,631 |

Высота цветоносной стрелки – важный сортовой признак, от которого зависит количество и качество воздушных луковичек.

Поскольку посадочным материалом при размножении стрелкующегося чеснока являются зубки и воздушные луковички, а при размножении зубками наблюдается большой расход посадочного материала, то использование в качестве посадочного материала воздушных луковичек является более эффективным способом.

Корреляционный анализ между признаками цветоносных стрелок и морфологическими признаками сортообразцов чеснока озимого (таблица 2) позволил установить среднюю корреляционную связь между массой соцветия и высотой цветоноса ($r=0,523$), массой 1000 шт. воздушных луковичек ($r=0,594$) и массой соцветия. Отмечена слабая корреляционная связь между высотой цветоноса и массой 1000 шт. воздушных луковичек ($r=0,251$), количеством воздушных луковичек ($r=0,146$), массой соцветия ($r=0,059$), обратная – между показателями количества воздушных луковичек в соцветии и массой 1000 шт. воздушных луковичек ($r= - 0,631$).

Заключение

Полученные корреляционные связи между изученными признаками позволили выделить ценные формы по косвенным признакам, что ускоряет селекционный процесс в поиске исходного материала.

Установлена высокая положительная взаимосвязь между урожайностью и массой луковицы, массой зубка, высотой луковицы, и диаметром луковицы; высотой луковицы и диаметром луковицы; высотой растения и длиной листа; шириной и длиной листа, слабая положительная – между количеством зубков и высотой луковицы ($r = 0,021$), диаметром луковицы ($r = 0,032$). Выявлена отрицательная корреляционная связь между количеством зубков в луковице и урожайностью ($r= - 0,075$), массой луковицы ($r = - 0,076$), массой зубка ($r = -0,466$), высотой растения ($r = - 0,085$), количеством листьев ($r = -0,165$), длиной листа ($r = - 0,058$), шириной листа ($r = - 0,085$), высотой цветоноса ($r = - 0,144$); количеством воздушных луковичек в соцветии и массой 1000 шт. воздушных луковичек ($r= - 0,631$).

По другим изученным фенотипическим признакам отмечалась средняя положительная корреляционная связь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева, М. В. Чеснок / М. В. Алексеева. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 102 с.
2. Берговина, И. Г. Оценка исходного материала озимого чеснока для создания сортов, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков: дис. ... канд. с.-х. наук / И. Г. Берговина. – Горки, 2012, – 150 с.
3. Добруцкая, Е. Г. Экологическая роль сорта в XXI веке / Е. Г. Добруцкая, В. Ф. Пивоваров // Межд. Науч.-практ. конф.: Селекция и семеноводство овощных культур в XXI веке, 2000. – Т. 1. – С. 28–30.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Ершов, И. И. Влияние условий выращивания на морфологические и биологические особенности растений чеснока / И. И. Ершов, Ю. В. Абрахина // Агробиология. – 1965. – № 1. – С. 86–93.
6. Жаркова, С. В. Научное обоснование и усовершенствование методов селекции луковых культур (*Allium cepa* L., *Allium ascalonicum* L., *Allium sativum* L.) для сортов с высокой адаптивностью к условиям Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / С.В. Жаркова; ВНИИССОК. – М., 2009. – 21 с.
7. Жила, Э. Д. Корреляционные отношения между фенотипическими признаками у стрелкующегося чеснока / Э. Д. Жила // Цитология и генетика. – 1981. – Т. 15, № 4. – С. 46–49.
8. Комиссаров, В. А. Проявление хозяйственно-биологических признаков сорта при выращивании чеснока из зубков и однозубок / В. А. Комиссаров // ТСХА. – М., 1986. – 11 с.
9. Краснолобова, О. В. Оценка исходного материала овощных культур для селекции на стабильный уровень накопления химических элементов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук М., 2005, – 26 с.
10. Кузнецов, А. В. Чеснок культурный / А. В. Кузнецов. – М.: Сельхозиздат, 1954. – 118 с.
11. Литвиненко, Н. В. Элементы агротехники крупнозубкового озимого чеснока на среднем Урале: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.06 / Н. В. Литвиненко; Тюменская гос. с.-х. акад. – Тюмень, 2007. – 146 с.
12. Методические указания по селекции луковых культур. – М., 1997. – 122 с.
13. Сузан, В. Г. Создание сортов и совершенствование технологии возделывания луковых культур в условиях Северного Урала: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.06 / В. Г. Сузан; Тюменская гос. с.-х. акад. – Тюмень, 2007. – 453 с.
14. Тимин, Н. И. Исследования генетических и цитологических особенностей овощных культур / Н. И. Тимин // Научные труды ВНИИССОК. – 1995. – Т. 1. – С. 91–100.
15. Хайсин, М. Ф. Корреляционные связи между количественными признаками у стрелкующегося чеснока / М. Ф. Хайсин, И. В. Спорш // Селекция и семеноводство. – 1991. – № 3. – С. 16–18.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ, РИЗОБИАЛЬНОГО ИНОКУЛЯНТА И РЕГУЛЯТОРА РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПОЛЕВОГО ГОРОХА

И. Р. ВИЛЬДФЛУШ, О. В. МАЛАШЕВСКАЯ

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 08.04.2021)

В комплексе факторов формирования урожая сельскохозяйственных культур и качества растениеводческой продукции важное значение имеет сбалансированное питание растений всеми необходимыми макро- и микроэлементами. Оптимизация системы микроэлементного питания растений позволяет оценить в полевых опытах действие и взаимодействие отдельных микроэлементов, установить экономически наиболее эффективные дозы микроудобрений под основные сельскохозяйственные культуры, возделываемые на дерново-подзолистых почвах. Повышение продуктивности зернобобовых за счет использования биологических регуляторов роста, которые обеспечивают не только экологическую чистоту, но и снижение энергетических затрат, является в данный момент актуальным в сельскохозяйственном производстве.

Приведена экономическая эффективность применения на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве макро-, микро-, комплексных удобрений, регулятора роста и ризобияльного инокулянта при возделывании гороха полевого. Применение удобрений, ризобияльного инокулянта и регулятора роста существенно повышало чистый доход и рентабельность. При расчете экономической эффективности установлено, что все варианты опыта с применением удобрений, регулятора роста и ризобияльного инокулянта на горохе полевым были экономически выгодными. Наиболее высокий чистый доход был получен при применении ризобияльного инокулянта на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$, который составил 133,7 доллар USD, при рентабельности 119,4 %. При применении комплексного АФК удобрения с В и Мо чистый доход и рентабельность составили 82,3 \$/га и 70,6 %. Чистый доход в вариантах при применении в фазу бутонизации препаратов МикроСтим В и Адоб В на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$ составил 99,9 и 100,8 \$/га.

Ключевые слова: *горох полевой, урожайность, экономическая эффективность, удобрения, регуляторы роста, ризобияльный инокулянт.*

In the complex of factors forming the yield of agricultural crops and the quality of crop production, balanced nutrition of plants with all the necessary macro- and microelements is important. Optimization of the system of microelement nutrition of plants makes it possible to evaluate in field experiments the action and interaction of individual microelements, to establish the economically most effective doses of micronutrient fertilizers for the main crops cultivated on sod-podzolic soils. Increasing the productivity of legumes through the use of biological growth regulators, which not only provide ecological cleanliness, but also reduce energy costs, is currently relevant in agricultural production.

The economic efficiency of application of macro-, micro-, complex fertilizers, growth regulator and rhizobial inoculant in the cultivation of field peas on sod-podzolic light loamy soil is given. The use of fertilizers, rhizobial inoculant and growth regulator significantly increased net income and profitability. When calculating the economic efficiency, it was found that all variants of the experiment with the use of fertilizers, growth regulator and rhizobial inoculant on field peas were economically profitable. The highest net income was obtained with the use of rhizobial inoculant against the background of $N_{18}P_{63}K_{96}$, which amounted to USD 133.7, with a profitability of 119.4 %. When complex NPK fertilizer with B and Mo was used, the net income and profitability amounted to \$ 82.3 / ha and 70.6 %. The net income in variants with application in the budding phase of preparations MicroStim B and Adob B against the background of $N_{18}P_{63}K_{96}$ amounted to \$ 99.9 and \$ 100.8 / ha.

Key words: *field peas, yield, economic efficiency, fertilizers, growth regulators, rhizobial inoculant.*

Введение

В комплексе факторов формирования урожая сельскохозяйственных культур и качества растениеводческой продукции решающее значение имеет сбалансированное питание растений всеми необходимыми макро- и микроэлементами. По данным Института почвоведения и агрохимии, применение микроэлементов в системе удобрения сельскохозяйственных культур способствует повышению эффективности минеральных удобрений, прежде всего азотных. Возрастающая роль микроэлементов в современном сельском хозяйстве Беларуси объясняется также снижением их подвижных форм в почве в связи с отрицательным балансом, обусловленным снижением почвенной кислотности, постоянным выносом урожаями и невнесением микроудобрений в почву. Микроэлементы активно участвуют во многих важнейших биологических и биохимических процессах развития растений, входят в состав ферментов, ростовых и других веществ. Они принимают участие в процессах синтеза и передвижения углеводов, в белковом и жировом обмене веществ. В условиях дефицита микроэлементов нарушаются процессы обмена веществ в растениях, задерживается их развитие, снижается устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды и болезням [1].

По данным исследований О. И. Мишуры, борное микроудобрение с регулятором роста ЭлеГум Бор повышало урожайность семян гороха на фоне $N_{30}P_{60}K_{90}$ в среднем на 4,7, Витамар 3 – на 4,8 ц/га,

Басфолиар 36 Экстра – на 4,7 и Эколист для зернобобовых культур – на 5,3 ц/га. Некорневые подкормки удобрениями ЭлеГум Бор, Витамар, Басфолиар 36 Экстра и Эколист для зернобобовых культур увеличивали прибыль и рентабельность по сравнению с фоном $N_{30}P_{60}K_{90}$. Максимальная прибыль была при применении Витамар и Эколист для зернобобовых культур, которая составила 229,1 и 238,3 USD /га при рентабельности 187,5 и 189,3 % [2].

Характер влияния регуляторов роста и развития зависит от фона минерального питания. Регуляторы роста могут усиливать поступление элементов питания в корневую систему – при их применении можно снижать дозы удобрений. В ходе проведенных исследований на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в БГСХА установлено, что более сильное действие регуляторов роста проявляется при средних дозах удобрений. Применение средних доз удобрений в сочетании с регуляторами роста обеспечивало получение таких же урожаев, как и при внесении повышенных доз, что позволяет снижать дозы минеральных удобрений на 25 % и является важным элементом ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур [5].

Наряду с регуляторами роста для получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур большое значение имеют микроэлементы. Недостаточное содержание их подвижных форм в почве зачастую является лимитирующим фактором формирования урожая сельскохозяйственных культур и качества растениеводческой продукции. Горох, как и все зернобобовые культуры, испытывает большую потребность в микроэлементах [3].

В полевом опыте Н. Е. Новиковым изучено влияние некорневой подкормки гороха в фазе формирования бобов азотом (карбамидом) и комплексом питательных веществ (террафлексом), регуляторами роста (Эпином-экстра, Цирконом), а также совместного применения регуляторов роста и некорневой подкормки на урожайность и накопление сырого протеина в семенах. Установлено одинаковое положительное влияние на урожайность некорневой подкормки растений карбамидом и террафлексом. Действие регуляторов роста в разные по погодным условиям годы было нестабильным. Повышение урожайности определялось положительным влиянием подкормки на ростовые и фотосинтетические показатели гороха без снижения содержания белка в зерне, террафлекс снижал белковость семян на 0,8 % [4].

К рациональным приемам использования микроэлементов относятся такие, при которых с наименьшими затратами можно получить высокие прибавки урожая и улучшить качество сельскохозяйственной продукции. Разработаны и применяются настоящее время такие эффективные способы, как обработка семян и некорневые подкормки. Наиболее эффективным способом применения микроудобрений являются некорневые подкормки, так как они позволяют обеспечить растения микроэлементами в периоды, когда в них ощущается максимальная потребность [6].

Основной принцип оценки экономической эффективности использования удобрений – это сопоставление эффекта, полученного при их применении в виде дополнительного урожая. Для определения прибыли предварительно рассчитывается стоимость прибавки урожая, полученного за счет удобрений, и затраты на получение прибавки от удобрений [5, 7].

Цель исследований – изучить влияние применения удобрений, регуляторов роста и инокуляции семян на урожайность и экономическую эффективность возделывания полевого гороха. Исследовалась применение новых форм удобрений для допосевого внесения, сочетания минеральных удобрений с регулятором роста Экосилом, многокомпонентным удобрением для некорневых подкормок (Кристалон), комплексным микроудобрением с регулятором роста (МикроСтим В) и ризобияльного инокулянта.

Основная часть

Опыты с горохом полевым сорта Зазерский усатый проводились в 2015–2017 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. По индексу окультуренности почва опытного участка относится к среднеокультуренной (0,7–0,9). Почва опытного участка за годы исследований имела слабокислую и близкую к нейтральной реакцию почвенной среды (pH_{KCl} 5,9–6,4), низкое и среднее содержание гумуса (1,3–1,6 %), высокое содержание подвижного фосфора (261,1–298,1 мг/кг), среднее и повышенное – калия (172,5–232,5 мг/кг), среднее содержание бора (0,6–0,7 мг/кг) и меди (1,6–2,9 мг/кг). Предшественником гороха был овес. Посев гороха проводился с нормой высева семян 1,5 миллиона всхожих семян на гектар.

В опытах применялись удобрения для основного внесения: карбамид (N – 46 %), аммофос (N – 12 %, P_2O_5 – 52 %), хлористый калий (60 %), из комплексных удобрений использовали новое ком-

плексное удобрение марки N:P:K (6:21:32) с 0,16 % В и 0,09 % Мо, которое разработали в РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси». В опытах исследовали новый препарат для инокуляции семян гороха на основе специфических штаммов клубеньковых бактерий гороха *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* 27П. Препарат разработан РУП «Институт микробиологии НАН Беларуси». Инокуляция семян проводилась в день посева ручным способом в дозе 200 мл на гектарную норму высева семян [10,11].

В фазе бутонизации проводились обработки посевов: борной кислотой (300 г/га) и молибдатом аммония (80 г/га), микроудобрением Адоб В в дозе 0,33 л/га, регулятором роста Экосил (75 мл/га), комплексным микроудобрением с регулятором роста МикроСтим В (содержит в 1 л 5 г азота, 150 г бора, 0,6–8,0 мг/л гуминовых веществ) – в дозе 0,33 л/га. Проводили две обработки комплексным удобрением Кристалон. Первая подкормка проводилась в фазе выбрасывания усов Кристалоном желтым марки 13-40-13 в дозе 2 кг/га, который наряду с азотом, фосфором и калием содержит бор (0,025 %), медь (0,01 %), железо (0,07 %), марганец (0,04 %), молибден (0,004 %), цинк (0,025 %). Вторая подкормка Кристалоном особым марки 18-18-18 + 3MgO (содержит бор 0,025 %, медь 0,01 %, железо 0,07 %, марганец 0,04 %, молибден 0,004 %, цинк 0,025 %) проводилась в дозе 2 кг/га в фазу начала образования бобов.

Экономическая эффективность применения удобрений рассчитывалась по методике Института почвоведения и агрохимии «Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений» [7], в сопоставимых ценах на дату 15.12.2020. При расчете экономической эффективности стоимость всей полученной прибавки и чистый доход выражены в долларах США и позволяют определить более выгодные варианты систем удобрения (таблица). Для определения чистого дохода предварительно рассчитывалась стоимость прибавки урожая, полученной за счет применения удобрений, инокуляции семян, регулятора роста и микроэлементов, также затраты на их применение, уборку и доработку полученной прибавки урожая.

В нашем опыте на горохе полевом испытания различных препаратов доказали положительное действие на продуктивность культуры и были экономически выгодными. Все варианты опыта с применением удобрений на горохе полевом сорта Зазерский усатый обеспечивали получение чистого дохода и были рентабельны. При увеличении доз минеральных удобрений у гороха сорта Зазерский усатый чистый доход увеличивался, а рентабельность уменьшалась. При внесении аммофоса и хлористого калия в дозе N₁₀P₄₀K₆₀ полученный чистый доход составил 47,1 \$/га, а при увеличении дозы внесения до N₃₀P₇₅K₁₂₀ увеличивался до 67,0 \$/га и снижении рентабельности. Внесение комплексного АФК удобрения с В и Мо по сравнению с применением аммофоса и хлористого калия в эквивалентной дозе (N₁₈P₆₃K₉₆) повышало чистый доход на 21,1 \$/га.

Таблица. Экономическая эффективность применения удобрений, ризобияльного инокулянта и регулятора роста при возделывании гороха сорта Зазерский усатый (среднее за 2015–2017 гг.)

| Вариант | Урожайность семян, т/га | Прибавка, т/га | Стоимость прибавки, \$/га | Затраты на получение прибавки, \$/га | Чистый доход, \$/га | Рентабельность, % |
|--|-------------------------|----------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------|
| 1. Без удобрений | 1,77 | – | – | – | – | – |
| 2. N ₁₀ P ₄₀ K ₆₀ | 2,54 | 0,77 | 100,1 | 53,0 | 47,1 | 88,9 |
| 3. N ₁₈ P ₆₃ K ₉₆ – фон | 2,85 | 1,08 | 140,4 | 79,2 | 61,2 | 77,2 |
| 4. N ₃₀ P ₇₅ K ₁₂₀ | 2,99 | 1,22 | 158,6 | 91,6 | 67,0 | 73,2 |
| 5. АФК с В и Мо (в дозе НРК эквивалентной варианту 3) | 3,30 | 1,53 | 198,9 | 116,6 | 82,3 | 70,6 |
| 6. Фон + В и Мо | 3,12 | 1,35 | 175,5 | 93,0 | 82,5 | 88,8 |
| 7. Фон + Адоб В | 3,32 | 1,55 | 201,5 | 100,8 | 100,8 | 100,0 |
| 8. Фон + Кристалон | 34,5 | 1,68 | 218,4 | 128,0 | 90,4 | 70,6 |
| 9. Фон + Экосил | 33,2 | 1,55 | 201,5 | 102,6 | 99,0 | 96,5 |
| 10. Фон + МикроСтим В | 33,0 | 1,53 | 198,9 | 99,0 | 99,9 | 100,9 |
| 11. Фон + инокулянт | 36,6 | 1,89 | 245,7 | 112,0 | 133,7 | 119,4 |
| 12. Фон + инокулянт + МикроСтим В | 37,1 | 1,94 | 252,2 | 119,6 | 132,6 | 110,8 |
| НСР ₀₅ | 1,2 | – | – | – | – | – |

Некорневые подкормки бором молибденом на фоне N₁₈P₆₃K₉₆ увеличивали чистый доход на 21,3 \$/га, рентабельность на 11,6 %, МикроСтим В на 38,7 \$/га и 27,7 % соответственно. Экосил на фоне N₁₈P₆₃K₉₆ повышал чистый доход на 37,8 \$/га, рентабельность на 19,3 %.

В вариантах с инокуляцией семян ризобияльным инокулянтном на фоне N₁₈P₆₃K₉₆ был получен наибольший чистый доход (прибыль) – 133,7 \$/га, несколько ниже в варианте с инокуляцией семян и

применением МикроСтим В – 132,6, а также в вариантах при применении Адоб В и МикроСтим В на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$ – 100,8 и 99,9 \$/га.

В вариантах с инокуляцией семян ризобияльным инокулянтом также была и более высокая рентабельность: на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$ – 119,4 % и с применением МикроСтим В – 110,8 %, а также МикроСтим В – 100,9 %. Ниже показатели рентабельности были при применении Адоб В, Экосила на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$.

Заключение

Результаты исследований макро-, микроудобрений, ризобияльного инокулянта и регулятора роста при возделывании полевого гороха сорта Зазерский усатый свидетельствуют о том, что инокуляция семян ризобияльным инокулянтом на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$ и инокуляция семян совместно с обработкой посевов в фазу бутонизации МикроСтим В, а также применение комплексного микроудобрения с регулятором роста МикроСтим В на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$ являются эффективными и высокорентабельным приемом повышения урожайности при минимальных экономических затратах.

Наиболее высокий чистый доход на полевым горохе (133,7 \$/га) и рентабельность (119,4 %) были в варианте с инокуляцией семян ризобияльным инокулянтом на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$. Несколько ниже эти показатели были при применении Адоб В, МикроСтим В и Экосила на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Институт почвоведения и агрохимии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/print/information/materials/zem/soil/c2527299843208e7.html>. – Дата доступа: 24.03.2021.
2. Мишура, О. И. Эффективность макро- и микроудобрений при возделывании гороха на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / О. И. Мишура // Почвоведение и агрохимия. – №1(48). – 2012. – С. 117–122.
3. Цыганов, А. Р. Эффективность применения микроудобрений при возделывании гороха / А. Р. Цыганов, О. И. Вильдфлуш // Известия Национальной академии наук Беларуси. – 2004. – № 3. – С. 114–118.
4. Новикова, Н. Е. Влияние регуляторов роста и поздней некорневой подкормки удобрениями на урожайность и белковую продуктивность гороха (*Pisum sativum* L.) / Н. Е. Новикова, А. О. Косиков, С. В. Бобков, А. А. Зеленов // Агрохимия. – 2017. – № 1 – С. 32–40.
5. Применение микроудобрений и регуляторов роста в интенсивном земледелии: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2015 – 48 с.
6. Вильдфлуш, И. Р. Оптимизация системы удобрения сельскохозяйственных культур при комплексном применении макро, микроудобрений, регуляторов роста и бактериальных препаратов: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш, А. Р. Цыганов, П. А. Саскевич, О. И. Чикида, А. С. Мастеров, О. И. Мишура [и др.]. – Горки: БГСХА, 2017. – 34 с.
7. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений: метод. рекомендации / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: РУП Институт почвоведения и агрохимии, 2010. – 24 с.

ИЗМЕНЕНИЕ ЗАСОРЕННОСТИ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, БОРОНОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА

А. П. ГВОЗДОВ, Л. А. БУЛАВИН, Д. Г. СИМЧЕНКОВ, Л. И. ГВОЗДОВА,
В. Д. КРАНЦЕВИЧ, М. А. БЕЛАНОВСКАЯ, С. А. ПЫНТИКОВ

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: semenovodstvo@yandex.ru

(Поступила в редакцию 08.04.2021)

В статье представлены результаты исследований по изучению влияния способов обработки почвы, сроков проведения боронования и применения гербицидов на урожайность зерна озимой пшеницы. Установлено, что на высококультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве в сложившихся в осенний период погодных условиях, которые характеризовались повышенной температурой воздуха и недостаточным выпадением осадков, под влиянием боронования посевов этой культуры, возделываемой без проведения химической прополки, гибель сорняков в зависимости от срока проведения боронования и способа обработки почвы находилась в пределах 35,0–52,5 % при снижении сырой массы на 36,0–48,8 %. Применение на посевах озимой пшеницы в фазу весеннего кущения гербицида Секатор Турбо, МД (0,1 л/га) обеспечило без проведения боронования гибель сорняков на фоне вспашки 90,0 %, а чизелевания – 86,0 %. При этом снижение их сырой массы составило соответственно 96,3 и 96,0 %. При невысокой естественной засоренности посевов вспашка и чизелевание существенно не различались по влиянию на урожайность зерна озимой пшеницы. Наибольшую прибавку урожайности этой культуры боронование обеспечило при проведении его через 5 дней после посева. На безгербицидном фоне она составила 3,5–3,6 % в зависимости от способа обработки почвы. Под влиянием применения в фазу весеннего кущения гербицида Секатор Турбо, МД (0,1 л/га) урожайность зерна озимой пшеницы увеличивалась без проведения боронования посевов на 4,9–5,7 %. Различия по урожайности озимой пшеницы между оптимальным сроком проведения боронования посевов и химической прополкой составили в этом случае лишь 1,0–2,1 % и являлись недостоверными.

Ключевые слова: озимая пшеница, обработка почвы, боронование, гербицид, урожайность.

The article presents results of research into the influence of soil cultivation methods, the timing of harrowing and the use of herbicides on the yield of winter wheat grain. It was found that on a highly cultivated soddy-podzolic sandy loam soil in the weather conditions prevailing in the autumn period, which were characterized by high air temperature and insufficient precipitation, under the influence of harrowing of this crop, cultivated without chemical weeding, the death of weeds, depending on the period of harrowing and method of tillage was in the range of 35.0–52.5 % with a decrease in wet weight by 36.0–48.8 %. The use of herbicide Secator Turbo, oil dispersion (0.1 l / ha) on winter wheat crops during the spring tillering phase (0.1 l / ha) ensured, without harrowing, the death of weeds against the background of plowing of 90.0 %, and with chiselling – 86.0 %. At the same time, the decrease in their wet weight was 96.3 and 96.0 %, respectively. With a low natural weediness of crops, plowing and chisel-growing did not differ significantly in their effect on the grain yield of winter wheat. Harrowing provided the greatest increase in the yield of this crop when it was carried out 5 days after sowing. Against a herbicide-free background, it was 3.5–3.6%, depending on the method of soil cultivation. Under the influence of application of herbicide Secator Turbo, oil dispersion (0.1 l / ha) during the spring tillering phase, the yield of winter wheat grain increased without harrowing by 4.9–5.7 %. Differences in the yield of winter wheat between the optimal time for harrowing crops and chemical weeding were in this case only 1.0–2.1 % and were unreliable.

Key words: winter wheat, tillage, harrowing, herbicide, yield.

Введение

Важным элементом технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Беларуси является защита их посевов от сорняков. Обладая высокой жизнеспособностью, они успешно конкурируют с культурными растениями за основные факторы роста (питательные вещества, воду, свет), а также являются резерваторами и промежуточными растениями-хозяевами для ряда вредителей и возбудителей болезней. Высокая засоренность посевов значительно увеличивает потери урожая при уборке, а семена некоторых видов сорных растений, находясь в убранной продукции, ухудшают ее качество. [1]. Считается, что ежегодно из-за засоренности посевов недополучают от 10–12 до 25–30 % урожая [6]. По оценке специалистов, потери урожайности от сорняков приближаются к суммарным потерям от болезней и вредителей и уступают лишь потерям от водной и ветровой эрозии [3].

Из всех применяемых в Беларуси пестицидов гербициды по стоимости в последние годы составляют 66,4 % [5, 7]. Это свидетельствует о том, что для экологизации земледелия в условиях республики важнейшее значение имеет рациональное научно обоснованное применение гербицидов. Добиться этого можно лишь в результате применения интегрированной защиты растений, включающей комплекс химических, агротехнических и биологических мероприятий, способствующих более полному использованию природных регулирующих факторов и созданию здоровых высокопродуктивных посевов [7].

В Беларуси большое внимание уделяется возделыванию озимой пшеницы, посевная площадь которой составила в 2020 г. 565,1 тыс. га, т.е. 10,5 % структуры посевов. Важной особенностью этой культуры является низкая конкурентоспособность по отношению к сорнякам. Биологический порог

вредоносности однолетних двудольных сорных растений в фазу кущения озимой пшеницы составляет 12–18, в то время как у озимого тритикале – 24–28, а у озимой ржи – 38–46 шт./м² [2]. В этой связи актуальным вопросом является оценка эффективности агротехнических и химических приемов защиты посевов озимой пшеницы от сорняков с целью оптимизации проведения этого агроприема с экономической и экологической точки зрения.

Основная часть

В 2019–2020 гг. в Смолевичском районе Минской области изучали эффективность проведения боронования и применения гербицидов на посевах озимой пшеницы. Исследования проводили по общепринятой методике [4] на высококультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве (гумус – 2,45–2,67 %, P₂O₅ – 303–314 мг/кг, K₂O – 289–301 мг/кг почвы, рН_{KCl} 5,9–6,3). Предшественник озимой пшеницы – горох посевной. После уборки предшественника проводили лущение стерни и вносили фосфорные и калийные удобрения (P₆₀K₁₂₀). Озимую пшеницу возделывали по отвальной вспашке и безотвальной чизельной обработке почвы. Норма высева – 4,0 млн./га всхожих семян. Азотные удобрения вносили в начале активной вегетации растений (N₇₀) и в начале выхода в трубку (N₅₀). Боронование посевов озимой пшеницы и применение гербицида проводили в соответствии со схемой опыта. Для защиты посевов от болезней в фазу флагового листа применяли фунгицид Зантара, КЭ (1,0 л/га), а в фазу колошения – Прозаро, КЭ (1,0 л/га). Площадь делянки 36 м². Повторность четырехкратная.

Метеорологические условия в годы исследований существенно различались как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков. За осеннюю часть периода вегетации озимой пшеницы в 2018 г. сумма активных температур превышала норму на 24,1 %, а в 2019 г. – на 40,4 % при количестве атмосферных осадков ниже среднемноголетнего уровня соответственно на 12,7 и 0,8 %. За весенне–летнюю часть периода вегетации этой культуры сумма активных температур в 2019 г. была выше нормы на 18,6 %, а в 2020 г. – на 3,6 % при превышении количества атмосферных осадков среднемноголетнего уровня соответственно на 11,2 и 48,2 %. Гидротермический коэффициент (ГТК) в 2019 г. составил 1,56, а в 2020 г. – 2,43 при среднемноголетнем значении этого показателя для региона, где проводили исследования 1,67. Это оказало определенное влияние на развитие сорного ценоза в посевах озимой пшеницы, а также на уровень ее урожайности.

В период проведения исследований посевы озимой пшеницы имели невысокий уровень естественной засоренности. Преобладающими в сорном ценозе были фиалка трехцветная, пастушья сумка, ромашка непахучая, марь белая, незабудка полевая. В среднем за 2019–2020 гг. численность сорняков при возделывании озимой пшеницы по традиционной отвальной вспашке без проведения боронования и применения гербицидов составила в фазу колошения 40 шт./м², а их сырая масса – 117,9 г/м². В аналогичном варианте с чизельной обработкой почвы эти показатели были равны соответственно 43 шт./м² и 124,2 г/м², т.е. увеличились на 7,5 и 5,3 %.

Установлено, что в сложившихся в осенний период погодных условиях, которые характеризовались повышенной температурой воздуха и недостаточным выпадением осадков, под влиянием боронования посевов этой культуры, возделываемой без использования гербицида, гибель сорняков в зависимости от срока проведения этой технологической операции и способа обработки почвы находилась в пределах 35,0–52,5 % при снижении сырой массы на 36,0–48,8 % (табл. 1).

Таблица 1. Влияние способов обработки почвы, боронования, применения гербицида на засоренность посевов озимой пшеницы (среднее за 2019–2020 гг.)

| Срок боронования | Без гербицидов | | Секатор Турбо, МД (0,1 л/га) | |
|--|--|--|--|--|
| | Численность сорняков, шт./м ² | Сырая масса сорняков, г/м ² | Численность сорняков, шт./м ² | Сырая масса сорняков, г/м ² |
| Отвальная обработка почвы | | | | |
| 1. Без боронования | 40 | 117,9 | 4 | 4,4 |
| 2. Боронование через 3 дня после посева | 23 | 71,9 | 3 | 2,9 |
| 3. Боронование через 5 дней после посева | 19 | 60,5 | 3 | 2,6 |
| 4. Боронование в фазу 2–3 листа культуры | 25 | 75,4 | 2 | 2,1 |
| 5. Боронование в фазу кущения осенью | 24 | 75,0 | 2 | 2,3 |
| 6. Боронование в фазу кущения весной | 26 | 75,1 | 3 | 3,4 |
| Безотвальная обработка почвы | | | | |
| 1. Без боронования | 43 | 124,2 | 6 | 5,0 |
| 2. Боронование через 3 дня после посева | 25 | 76,5 | 3 | 3,0 |
| 3. Боронование через 5 дней после посева | 22 | 69,0 | 3 | 3,1 |
| 4. Боронование в фазу 2–3 листа культуры | 26 | 75,0 | 3 | 2,4 |
| 5. Боронование в фазу кущения осенью | 25 | 76,9 | 4 | 3,7 |
| 6. Боронование в фазу кущения весной | 27 | 79,5 | 4 | 4,0 |

Наибольший эффект был получен в варианте, где боронование проводили через 5 дней после посева озимой пшеницы.

Применение на посевах озимой пшеницы в фазу весеннего кушения гербицида Секатор Турбо, МД (0,1 л/га) обеспечило при возделывании этой культуры без боронования гибель сорняков на фоне вспашки 90,0 %, а на фоне чизелевания – 86,0 %. Снижение их сырой массы при этом составило соответственно 96,3 и 96,0 %. При проведении боронования посевов озимой пшеницы численность сорняков под влиянием указанного выше гербицида снижалась на 84,0–92,0 %, а сырая масса – на 95,0–97,2 % (табл. 1).

В среднем за 2019–2020 гг. отвальная обработка почвы на безгербицидном фоне превосходила безотвальную по урожайности зерна озимой пшеницы лишь на 0,9 ц/га (2,0 %), а при проведении химической прополки – на 0,6 ц/га (1,2 %) (табл. 2).

Таблица 2. Влияние способов обработки почвы, боронования, применения гербицида на урожайность зерна озимой пшеницы, ц/га.

| Срок боронования | Без гербицидов | | | Секатор Турбо, МД (0,1л/га) | | |
|--|----------------|---------|---------|-----------------------------|---------|---------|
| | 2019 г. | 2020 г. | среднее | 2019 г. | 2020 г. | среднее |
| Отвальная обработка почвы | | | | | | |
| 1. Без боронования | 37,6 | 55,7 | 46,7 | 39,8 | 58,2 | 49,0 |
| 2. Боронование через 3 дня после посева | 38,9 | 57,2 | 48,1 | 40,3 | 58,3 | 49,3 |
| 3. Боронование через 5 дней после посева | 39,2 | 57,6 | 48,4 | 40,1 | 58,5 | 49,3 |
| 4. Боронование в фазу 2-3 листа культуры | 39,0 | 57,3 | 48,2 | 39,8 | 58,4 | 49,1 |
| 5. Боронование в фазу кушения осенью | 38,8 | 57,0 | 47,9 | 40,1 | 58,2 | 49,2 |
| 6. Боронование в фазу кушения весной | 39,1 | 57,5 | 48,3 | 40,0 | 58,5 | 49,3 |
| Безотвальная обработка почвы | | | | | | |
| 1. Без боронования | 36,8 | 54,7 | 45,8 | 39,2 | 57,5 | 48,4 |
| 2. Боронование через 3 дня после посева | 37,9 | 56,1 | 47,0 | 39,5 | 57,7 | 48,6 |
| 3. Боронование через 5 дней после посева | 38,3 | 56,5 | 47,4 | 39,7 | 57,9 | 48,8 |
| 4. Боронование в фазу 2-3 листа культуры | 38,3 | 56,3 | 47,3 | 39,4 | 57,8 | 48,6 |
| 5. Боронование в фазу кушения осенью | 38,1 | 56,1 | 47,1 | 39,3 | 57,7 | 48,5 |
| 6. Боронование в фазу кушения весной | 38,2 | 56,4 | 47,3 | 39,6 | 57,8 | 48,7 |
| НСР ₀₅ (обработка почвы) | 0,9 | 0,9 | | | | |
| НСР ₀₅ (боронование) | 0,7 | 1,3 | | | | |
| НСР ₀₅ (гербицид) | 0,6 | 0,8 | | | | |
| НСР ₀₅ (частные средние) | 2,4 | 3,2 | | | | |

Прибавка урожайности зерна озимой пшеницы от проведения боронования на безгербицидном фоне в среднем за период исследований находилась в пределах 1,2–1,7 ц/га (2,3–3,6 %) и была достоверной. Наибольшей она была при однократном проведении боронования через 5 дня после посева. При использовании гербицида под влиянием боронования урожайность зерна увеличилась на 0,1–0,5 ц/га (0,2–1,0 %). В этом случае прибавка урожайности от боронования была недостоверной.

При внесении на посевах озимой пшеницы гербицида Секатор Турбо, МД (0,1 л/га) урожайность зерна изменялась в среднем за годы исследований в пределах 48,5–49,3 ц/га в зависимости от способа обработки почвы, срока проведения боронования. Под влиянием этого препарата указанный выше показатель достоверно возрастал при возделывании озимой пшеницы без боронования на 2,3–2,6 ц/га (4,9–5,7 %), а с его проведением на 0,9–1,6 ц/га (1,9–3,4 %). Максимальная урожайность озимой пшеницы (49,3 ц/га) была получена при ее возделывании с дождевым проведением боронования или весной в фазу кушения с внесением гербицида Секатор Турбо, МД (0,1 л/га). Наибольшая урожайность озимой пшеницы при ее возделывании без химической прополки была получена при проведении боронования через 5 дней после посева – 47,4–48,4 ц/га в зависимости от способа обработки почвы. При возделывании озимой пшеницы без боронования с внесением гербицида указанный выше показатель находился в пределах 48,4–49,0 ц/га, т.е. был выше на 0,5–1,0 ц/га (1,0–2,1 %) по сравнению с оптимальным сроком проведения боронования посевов на безгербицидном фоне. Эти различия в период проведения исследований являлись недостоверными.

Заключение

1. На высококультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве при замене вспашки чизелеванием урожайность зерна озимой пшеницы, возделываемой без проведения химической прополки снижалась в среднем на 0,9 ц/га (2,0 %), а при использовании в фазу кушения весной гербицида Секатор Турбо, МД (0,1 л/га) – на 0,6 ц/га (1,2 %).

2. В сложившихся в осенний период вегетации озимой пшеницы погодных условиях, которые характеризовались повышенной температурой воздуха и недостаточным выпадением осадков,

наибольшую прибавку урожайности обеспечило боронование через 5 дней после посева этой культуры, которая составила на безгербицидном фоне 1,6–1,7 ц/га (3,5–3,6 %), а при использовании гербицида Секатор Турбо, МД (0,1 л/га) 0,3–0,4 ц/га (0,6–0,8 %) в зависимости от способа основной обработки почвы.

3. Применение в фазу весеннего кущения гербицида Секатор Турбо, МД (0,1 л/га) обеспечило прибавку урожайности зерна озимой пшеницы при ее возделывании без боронования 2,3–2,6 ц/га (4,9–5,7 %), а с его проведением 0,9–1,6 ц/га (1,9–3,4 %).

4. При возделывании озимой пшеницы без боронования с внесением гербицида урожайность зерна была выше по сравнению с оптимальным сроком проведения боронования посевов на безгербицидном фоне лишь на 0,5–1,0 ц/га (1,0–2,1 %), что являлось недостоверным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баздырев, Г. И. Сорные растения и борьба с ними / Г. И. Баздырев, Б. А. Смирнов. – М., 1986. – 188 с.
2. Биологические (экономические) пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник / под ред. Сорока С. В. – Прилуки, 2018. – С. 26–27.
3. Булавин, Л. А. Агроэкологические аспекты адаптивной интенсификации земледелия / Л. А. Булавин. – Минск: Бел. изд. тов-во Хата, 1999. – 248 с.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
5. Сорока, С. В. Анализ применения средств защиты в республике Беларусь / С. В. Сорока, Е. А. Якимович // Земледелие и защита растений. – 2013. – №6. – С. 46–51.
6. Сорока, С. В. Распространенность и вредоносность сорных растений в посевах озимых зерновых культур в Беларуси / С. В. Сорока, Л. И. Сорока // РУП «Ин-т защиты растений». – Минск: Колоград. – 2016. – 114 с.
7. Привалов, Ф. И. О совершенствовании применения пестицидов при возделывании сельскохозяйственных культур / Ф. И. Привалов, С. В. Сорока, Л. А. Булавин // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК: матер. 3-й Межд. науч.-практ. конф. Минск, 9–10 июня 2016 г. / редкол.: Н. Н. Романюк и [др.]. – Минск, БГАТУ, 2016. – С. 373–379.

ИССЛЕДОВАНИЕ СЛИВЫ В НАХЧЫВАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

БАГИРОВ ОРХАН РЗА ОГЛЫ

Нахчыванское отделение национальной академии наук Азербайджана,
г. Нахчыван, Республика Азербайджан; e-mail: orhan_bagirov@mail.ru

(Поступила в редакцию 12.04.2021)

В ходе проводимых исследований, осуществленных путём полевых экспедиций в стационарных и камерально-лабораторных условиях, выявлен генофонд сортов сливы, выращиваемой в Нахчыванской Автономной Республике, изучены биологические особенности и помологические показатели, проведен их сравнительный анализ. В результате анализа установлено, что среди сортов сливы, выращиваемой на территории Нахчыванской Автономной Республики, 55,0 % составляют местные сорта, 45,0 – интродуцированные сорта. Определен ареал распространения сортов, среди которых из-за высокой хозяйственной годности преимущественно выращиваются сорта Везри алы, Сары албухара, Нахчыван албухарасы, Албухара ордубадская, Новраст албухарасы, Хатыны, Венгерка обыкновенная, Венгерка каштановая, Ренклюд Зелёный, Ренклюд Альтана. При изучении фаз роста и развития растений сливы выявлено, что цветение у растений зависит от климатических условий, а созревания от генотипических характеристик. В результате исследований показано, что у выращиваемых сортов сливы, имеющих важное хозяйственно значение, на территории автономной республики плодоношение наступает в первой декаде июня и длится до третьей декады сентября. Путем исследований выявлено, что сорт сливы Новраст албухара по сравнению с другими местными сортами является наиболее скороспелым (первая декада июня). Высокой дегустационной оценкой обладают местные сорта Везри алы, Сары албухара, Новраст албухара, Гара кавалы, среди интродуцированных – Персиковая слива, Хурмайы венгерка, Венгерка итальянская, Ренклюд Альтана, Ренклюд Зелёный.

Ключевые слова: слива, генофонд, сорт, масса плода, мякоть, помология.

In the course of research carried out through field expeditions in stationary and office laboratory conditions, the gene pool of plum varieties grown in the Nakhchivan Autonomous Republic was identified, biological characteristics and pomological indicators were studied, and their comparative analysis was carried out. As a result of the analysis, it was found that among the varieties of plums grown in the territory of Nakhchivan Autonomous Republic, 55.0 % are local varieties, 45.0 – introduced varieties. The distribution area of varieties has been determined, among which, due to their high economic suitability, varieties Vezri aly, Sary Albukhara, Nakhchivan Albukharasy, Albukhara Ordubadskaia, Novrast Albukharasy, Khatyny, Hungarian ordinary, Hungarian Kashtanovaia, Renklod Green, Renklod Altana are mainly grown. When studying the growth and development phases of plum plants, it was revealed that flowering in plants depends on climatic conditions, and ripening on genotypic characteristics. As a result of research, it has been shown that the cultivated varieties of plums, which are of great economic importance, on the territory of the Autonomous Republic, fruiting occurs in the first ten days of June and lasts until the third ten-day-period of September. Through research it was revealed that Novrast Albukhara plum variety, in comparison with other local varieties, is the fastest ripening (first ten days of June). Local varieties Vezri Aly, Sary Albukhara, Novrast Albukhara, Gara Kavaly have a high tasting rating, among the introduced ones – Peach Plum, Hurmai Hungarian, Hungarian Italian, Renklod Altana, Renklod Green.

Key words: plum, gene pool, variety, fruit weight, pulp, pomology.

Введение

Местные сорта сливы, произрастающие в Нахчыванской Автономной Республике, получены селекционным путем из существующих в регионе дикорастущих видов методом простого отбора. В результате селекционной работы и совершенствования методов селекции получены новые сорта, обладающие комплексом хозяйственно полезных признаков. Кроме этого, многие сорта сливы завезены из различных регионов и в результате возделывания, адаптировались к данным условиям. Интересные сведения об истории плодоводства в нашем регионе встречаются в трудах исследователя И. Резникова, путешествовавшего по территории Нахчыванского края в начале прошлого века. В исследованиях проводимых И. Резниковым, по развитию садоводства Азербайджана, в том числе и Нахчыванской области, он отмечает широкое распространение в регионе косточковых культур, в особенности сливы. По его данным в структуре возделываемых плодовых культур удельный вес сливы составлял 7,4 % [11].

До наших исследований А. Раджабли [10, с. 108–112], Т. Тагиев [13, с. 132–133], З. Гасанов и Д. Алиев [3, с. 409–411], проведя некоторые изыскания в области выращивания на территории Нахчывана местных сортов и форм сливы, представили помологическую оценку некоторых из них.

Среди плодовых косточковых культур слива распространена почти повсеместно, однако промышленные насаждения в основном сосредоточены в Нахчыванской Автономной Республике. На протяжении веков в этом регионе сформировался территориальный сортимент сливы, отличающийся специфическими биолого-хозяйственными признаками и свойствами. В тоже время следует отметить, что биологические особенности сортового состава до настоящего времени подробно не исследовались. Поэтому в связи с дальнейшим, более интенсивным, возделыванием культуры на промышлен-

ной основе в условиях Нахчыванской Автономной Республики требуется усовершенствование и улучшение существующего сортимента. Решение данной задачи возможно за счет более глубокого изучения видового состава по комплексу хозяйственно полезных признаков, представляющих интерес в селекционной работе.

Исходным материалом являлись 20 сортов сливы. Полевые и экспедиционные исследования производились в стационарных и камерально-лабораторных условиях. В лаборатории «Плодоводство, овощеводство и виноградарство» института биоресурсов Нахчыванского Отделения НАНА создан генофонд плодовых растений, возделываемых на территории автономной республики. Кроме того, в Ботаническом саду создан коллекционный сад, в котором собран генофонд косточковых плодовых растений. Во время проведенных экспедиционных исследований по изучению сортового состава сливы, выращиваемого во всех деревнях автономной республики, путем опросов и наблюдений выявлен ряд помологических признаков выращиваемых сортов сливы. На основе собранных материалов в установленной форме (специальная форма для «Помологического описания плодовых культур») зарегистрированы форма плодов, их высота, ширина, длина, цвет, запах, вкус (по 5-балльной системе), длина черенка и т. д., присущие определенным сортам. В проводимой исследовательской работе в качестве методических пособий использовались: «Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ» [2, с. 38–47], «Методические рекомендации по производственному сортоиспытанию косточковых плодовых культур» [5, с. 16–30], «Практикум по селекции и сортоведению плодовых и ягодных культур» [12, с. 63–95], «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [9, с. 267–269, 331–336], «Плодоводство (лабораторный практикум)» [4, с. 60–70, 261–264], Каталог сортов районированных сельскохозяйственных растений по Азербайджанской Республике [14], «Помология» [8, с. 133–233]. Количество сахара в плодах определяли методом Бертрана, кислотность методом титрования [7, с. 170–171; 6, с. 128–132].

Основная часть

Собранные на территории Нахчыванской АР сведения в ходе наблюдений по биоморфологическим признакам генотипов сортов сливы изучены сравнительным образом, проанализированы и систематизированы. Установлено, что местным сортам сливы принадлежит значительная часть по сравнению с интродуцированными. В результате проведенных исследований уточнен состав выращиваемых сортов сливы. Выявлено, что генетический ресурс сливы, выращиваемой в Нахчыванской АР, состоит на 55 % из местных сортов и на 45 % из интродуцированных, которые на территории Нахчыванской АР представлены следующими видами:

Местные сорта – Везри алы, Новраст албухара, Нахчыван албухарасы, Гюламан албухарасы, Гырмызы кавалы, Сары албухара, Гара кавалы, Араз албухарасы, Ордубад албухарасы, Насими албухара, Армуды кавалы;

Интродуцированные сорта – Бонде Бри, Анна Шрет, Персиковаяслива, Хатыны, Ренклюд Зеленый, Ренклюд Альтана, Хурмайы венгерка, Венгерка Итальянская, Венгерка обыкновенная.

Также определен ареал распространения сортов сливы. Обладая высокой хозяйственной значимостью, преимущественно выращиваются сорта Везри алы, Албухара желтая, Нахчыван албухарасы, Албухара ордубадская, Новраст албухарасы, Хатыны, Венгерка обыкновенная, Венгерка каштановая, Ренклюд Зелёный, Ренклюд Альтана [1, с. 134].

В результате анализа полученных данных, их оценки были выделены и отобраны сорта для более детального исследования в стационарных пунктах.

В Нахчыванской АР фаза цветения сливы начинается в конце апреля – начале мая. Началом цветения принято считать при наличии на деревьях 5–10 % распустившихся цветков; окончанием – когда 75 % цветков опало или произошло их увядание. Сроки созревания плодов определяли по форме и цвету, во время срыва с дерева, при наступлении срока употребления. Во время проведения наблюдений за прохождением фазы цветения сортов и форм сливы и созреванием плодов выявлена связь между цветением и климатическими условиями. В ходе исследований установлено, что сорта и формы с ранним цветением не связаны с их ранним созреванием, то есть это не является генетической особенностью.

При наблюдении за прохождением у сортов и форм сливы фенологических фаз выявлены относительные различия вегетационных периодов у одних и тех же сортов в стационарных зонах в зависимости от орографического характера местности. Это показывает, что начало фенофаз у сортов и форм сливы сильно зависит от климатических факторов и слабо от их генотипических свойств. В связи с эволюционным формированием плодовых культур сливы в резко континентальных зонах цветение у них

происходит с интервалом друг от друга в несколько дней (позапно), в соответствии с местом расположения генеративной почки на побеге и местом произрастания дерева. Ранневесенние заморозки могут повреждать раскрывшиеся цветки, в отличие от фазы бутонизации, когда цветки еще не распустились, что дает возможность получать урожай каждый год, даже и в небольшом объеме.

На территории края созревание и сбор плодов у сортов сливы начинается в первой декаде июня и продолжается до третьей декады сентября. Вегетационный период в зависимости от сорта длится от 200 до 220 дней. Изучаемые сорта сливы Нахчыванской АР по срокам созревания (таблица) делятся на три группы.

В результате исследований выявлено, что сорт сливы Новрасталбухара по сравнению с другими местными сортами является наиболее скороспелым (8–10 июня). Установлено, что сорта и формы, входящие в ту или иную группу созревания на всей территории, созревают согласно их принадлежности к группе спелости. Это свидетельствует о том, что период созревания сортов и форм в большей степени зависит от генотипа.

Группировка сортов сливы по срокам созревания

| Срок созревания | Сорт |
|-----------------------|---|
| ранний (08.06–20.07) | Новрасталбухара, Гюламан албухарасы, Гырмызы кавалы, Бон-де-Бри, Хатыны, Персиковая слива |
| средний (21.07–28.08) | Везри алы, Сары албухара, Насими албухара, Армуды кавалы, Ренклюд Зеленый, Хурмайы венгерка, Ренклюд Альтана |
| поздний (29.08–27.09) | Ордубад албухарасы, Араз албухара, Нахчыван албухарасы, Гара кавалы, Венгерка Итальянская, Венгерка обыкновенная, Анна Шрет |

У изучаемых сортов и форм сливы был проведен сравнительный анализ технических и химических показателей. У сортов средняя масса плода составила 15–40 г. По массе плода все местные сорта сливы были разделены на три группы:

Сорта с мелкими плодами, от 15 до 25 г – Гюламан албухарасы, Хатыны, Бон-де-Бри, Хурмайы венгерка, Венгерка обыкновенная;

Сорта с средними плодами, от 25 до 35 г – Новрасталбухара, Везри алы, Нахчыван албухарасы, Сары албухара, Гара кавалы, Армуды кавалы, Араз албухара, Ренклюд Зеленый;

Сорта с крупными плодами, более 35 г – Ордубад албухарасы, Гырмызы кавалы, Насими албухара, Венгерка Итальянская, Анна Шрет, Персиковая слива, Ренклюд Альтана.

У 43,8 % сортов и форм средний вес плода составляет 25–40 г. Общее содержание сахара колеблется от 8,5 до 15,8 %. Выявлено, что среди общего количества генотипов у 40,6 % сортов содержание сахара выше 13 %. Общая кислотность у сортов составила 0,55–1,9 %. Выявлено, что у 46,9 % сортов сливы, выращиваемых на территории края, общая кислотность плодов ниже 1,0 %. Косточки в плодах у местных сортов сливы небольшие, вес которых колеблется в пределах 0,6–1,6 г. По отделению косточки в плодах сорта различаются между собой.

У сортов сливы Новрасталбухара, Насими албухара, Ордубад албухарасы, Араз албухара, Нахчыван албухарасы, Везри алы, Армуды кавалы, Сары албухара, Гара кавалы, Гырмызы кавалы, Анна Шрет, Бон-де-Бри, Хурмайы венгерка, Венгерка Итальянская, Венгерка обыкновенная, Персиковая слива, Ренклюд Альтана, Ренклюд Зеленый косточки отделяются легко, у сортов Гюламан албухарасы, Хатыны – трудно отделимы.

Как показали результаты исследований, у 45,0 % сортов сливы косточки занимают ниже 5,0 % от объема плода, что оказывает положительное влияние на процентное содержание мякоти. Выход мякоти колеблется от 90 до 98 %. У большинства сортов мякоть плодов твердая, что является положительным фактором для их транспортабельности.

Выявлено, что 75 % сортов имели дегустационную оценку выше 4 баллов. Местные сорта Везри алы, Сары албухара, Новрасталбухара, Гара кавалы, интродуцированные сорта Хурмайы венгерка, Ренклюд Альтана, Ренклюд Зеленый, Персиковая слива, Венгерка итальянская характеризовались высокими баллами (5 баллов). Из изученного сортимента 43,8 % сортов пригодны употребления в свежем виде, а 56,2 % – для промышленного возделывания.

Заключение

1. Генотипы выращиваемых в Нахчыванской Автономной Республике сортов и форм сливы рекомендуется поддерживать с использованием современных методов селекции и совершенствованием его вкусовых и товарных качеств.

2. По биологическим и помологическим показателям наиболее перспективными на территории Нахчыванской АР для выращивания в промышленном садоводстве являются местные сорта Везри

алы, Сары албухара, Новраст албухара, Гара квалы, из интродуцированных – Персиковая слива, Венгерка итальянская, Хурмайы венгерка, Ренклюд Альтана, Ренклюд Зеленый.

3. Перспективные сорта сливы, обладающие высокими хозяйственно ценными признаками, следует использовать в селекционных исследованиях, а также в промышленном садоводстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багиров, О. Р. Хозяйственно значимые косточковые фруктовые растения Нахчыванской Автономной Республики / О. Р. Багиров // Известия Нахчыванского отделения Национальной академии наук Азербайджана. Серия естественных и технических наук. Нахчыван. – 2015. – № 4. – С. 130–138.

2. Бейдеман, И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / И. Н. Бейдеман. – Новосибирск: Сибирское отделение изд-во «Наука», 1974. – 155 с.

3. Гасанов, З. М. Плодоводство / З. М. Гасанов, Д. М. Алиев. – Баку: МБМ, 2011. – 520 с.

4. Гасанов, З. М. Плодоводство (лабораторный практикум) / З. М. Гасанов. – Баку: МБМ, 2010, 343 с.

5. Методические рекомендации по производственному сортоиспытанию косточковых плодовых культур. – Ялта: Государственный Никитский ботанический сад, 1984. – 38 с.

6. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. М. Ермакова. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.

7. Плешков, Б. П. Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. – М.: Колос, 1976. – 256 с.

8. Симиренко, Л. П. Помология. Т. 3. Косточковые породы / Л. П. Симиренко. – Киев: Урожай, 1973. – 422 с.

9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (Под общей редакцией академика РАСХН Е. Н. Седова и доктора сельскохозяйственных наук Т. П. Огольцовой). – Орел, 1999. – 608 с.

10. Раджабли, А. Д. Плодовые культуры Азербайджана / А. Д. Раджабли. – Баку: Азернешр, 1966. – 248 с.

11. Резников, И. И. Обзор 1926-27 сельскохозяйственного года / И. И. Резников. – Азербайджан, 1928. – С. 82–91.

12. Самигуллина, Н. С. Практикум по селекции и сортоведению плодовых и ягодных культур: учеб. изд. / Н. С. Самигуллина. – Мичуринск: Мич ГАУ, 2006. – 197 с.

13. Тагиев, Т. М. Система развития плодоводства в Нахичеванской АССР / Т. М. Тагиев, А. М. Мамедов // Научные труды Нахчыванской комплексной Опытной Станции, VI выпуск. – Баку: Коммунист, 1969. – С. 131–134.

14. Государственный реестр разрешенных и защищенных селекционных достижений, используемых для производства для сельскохозяйственного производства на территории Азербайджанской Республики. – Баку, 2020. – 185 с.

ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ И СРОКОВ ИХ ВНЕСЕНИЯ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ

А. П. ГВОЗДОВ, Л. А. БУЛАВИН, С. А. ПЫНТИКОВ,
М. А. БЕЛАНОВСКАЯ, В. Д. КРАНЦЕВИЧ

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222160, e-mail: izis@tut.by

(Поступила в редакцию 12.04.2021)

В статье представлены результаты исследований по изучению влияния различных гербицидов при их применении до появления всходов, в фазу 2–3 листа, в фазу 5 листьев кукурузы на засоренность посевов, урожайность зеленой массы и зерна этой культуры. Установлено, что в сложившихся в период исследований погодных условиях наибольший эффект в защите посевов кукурузы от сорняков был получен при использовании в фазу 2–3 листа культуры гербицида Аденго, КС (0,4 л/га). Гибель сорняков при этом составила в среднем 99,5 %, снижение их сырой массы – 99,9 %, прибавка урожайности зеленой массы – 145,2 %, а зерна – 167,9 %. При использовании гербицида Аденго, КС (0,4 л/га) и других изучаемых препаратов до появления всходов кукурузы гибель сорных растений была ниже по сравнению с их внесением в фазу 2–3 листа культуры на 0,3–3,0 %, а снижение их сырой массы на 0,4–3,3 %. Урожайность зеленой массы кукурузы от довсходового применения гербицидов снижалась по сравнению с оптимальным сроком проведения химической прополки посевов на 2,4–3,0 %, а зерна на 1,0–1,7 % в зависимости от применяемого гербицида. При проведении химической прополки посевов кукурузы в фазу 5 листьев гибель сорняков была ниже на 4,3–14,5 %, а снижение их сырой массы на 1,3–5,5 % по сравнению с применением в фазу 2–3 листа культуры. Снижение урожайности зеленой массы по сравнению с оптимальным сроком применения гербицидов составило в этом случае 2,2–4,3 %, а зерна – 3,0–3,9 % в зависимости от используемого гербицида.

Ключевые слова: кукуруза, сорные растения, гербициды, урожайность.

The article presents results of research into the influence of various herbicides when applied before germination, in the phase of 2–3 leaves, and in the phase of 5 maize leaves on the weediness of crops, the yield of green mass and grain of this crop. It was found that in the weather conditions prevailing during the research period, the greatest effect in protecting corn crops from weeds was obtained when using herbicide Adengo, SC (0.4 l / ha) in the 2–3 leaf phase of the crop. Then, the death of weeds averaged 99.5 %, a decrease in their wet weight – 99.9 %, an increase in the yield of green mass – 145.2 %, and grain – 167.9 %. When using the herbicide Adengo, SC (0.4 l / ha) and other studied preparations before the emergence of maize seedlings, the death of weeds was lower compared to their introduction into the phase of 2–3 leaves of the crop by 0.3–3.0 %, and there was a reduction of their wet weight by 0.4–3.3 %. The yield of green mass of maize from the pre-emergence application of herbicides decreased in comparison with the optimal time for chemical weeding of crops by 2.4–3.0 %, and grain by 1.0–1.7 %, depending on the applied herbicide. When carrying out chemical weeding of maize crops in the 5-leaf phase, weed death was lower by 4.3–14.5 %, and there was a decrease in their wet weight by 1.3–5.5 % compared to the application in the 2–3-leaf phase of the crop. The decrease in the yield of green mass in comparison with the optimal period of herbicide application was in this case 2.2–4.3 %, and of grain – 3.0–3.9 %, depending on the herbicide used.

Key words: corn, weeds, herbicides, productivity.

Введение

Для производства в требуемом объёме кормов в Беларуси большое внимание уделяется возделыванию кукурузы, посевная площадь которой в 2020 г. составила в республике 1243,0 тыс. га. Из указанной выше посевной площади возделывалось на силос – 1037,1 тыс. га, на зерно – 205,9 тыс. га.

Известно, что уровень продуктивности кукурузы в значительной степени зависит от засорённости её посевов. Это связано с низкой конкурентоспособностью, указанной выше культуры на ранних этапах развития по отношению к сорнякам [1]. Экономический порог вредоносности двудольных видов малолетних сорных растений для кукурузы составляет лишь 3–10 шт./м² [2]. Поэтому при наличии в её посевах 50, 100, 200 шт./м² сорняков урожайность зелёной массы снижалась соответственно на 27,4; 52,7; 74,0 % [3]. В этой связи применение эффективных гербицидов имеет важное значение для формирования высокой урожайности кукурузы.

Необходимо отметить, что для повышения урожайности кукурузы несомненный интерес представляет оптимизация сроков проведения химической прополки посевов. Применять гербициды при её возделывании необходимо на самых ранних этапах роста и развития растений не позже, чем через 10 дней после появления всходов культуры. Установлено, что уничтожение сорняков через 20, 30, 40, 50 дней после всходов кукурузы приводит к снижению урожайности соответственно на 11, 20, 41, 62 % даже при использовании высокоэффективных гербицидов [1].

Существенно уменьшить негативное влияние сорняков на культурные растения на ранних этапах их роста и развития можно за счет довсходового применения гербицидов. Эффективность гербицидов почвенного действия, вносимых сразу после сева, до всходов сорняков, зависит от выпадения осад-

ков. Существенный их недостаток в течение 2-3 декад после применения препарата влечёт за собой неудовлетворительное действие почвенного гербицида. Анализ погодных условий показывает, что в Беларуси вероятность засушливых периодов продолжительностью 20–30 дней в мае составляет 40 %. То есть, 4 года из 10 следует ожидать неудовлетворительного действия гербицидов при их довсходовом внесении [1]. Поэтому для повышения эффективности защиты посевов кукурузы от сорняков актуальным вопросом является не только совершенствование ассортимента применяемых гербицидов, но и оптимизация сроков их внесения применительно к конкретным условиям произрастания.

Основная часть

В течение 2019–2020 гг. изучали эффективность применения на посевах кукурузы гербицидов фирмы Байер АГ, Германия. Исследования проводили в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве (гумус – 2,45–2,67 %, P₂O₅ – 303–314 мг/кг, K₂O – 289–301 мг/кг почвы, рН_{KCl} 5,9–6,3). Предшественник кукурузы – кукуруза. После ее уборки на опытном участке вносили фосфорно-калийные удобрения (P₆₀K₁₂₀) с последующей заделкой дисковыми орудиями. Осенью после внесения помета (20 т/га) проводили вспашку на глубину 18–20 см. Весной под предпосевную культивацию применяли азотные удобрения (N₆₀). Кукурузу высевали в конце третьей декады апреля в 2019 г. и в первой декаде мая в 2020 г. В фазу 5 листьев культуры проводили азотную подкормку (N₆₀). Технология возделывания кукурузы за исключением изучаемого фактора проводилась в соответствии с отраслевым регламентом [1]. Изучаемые гербициды применяли в соответствии со схемой опыта до появления всходов, а также в фазу 2–3 и 5 листьев кукурузы. Норма расхода рабочего раствора – 200 л/га. Учёт засорённости посевов проводили количественно-весовым методом через 30 дней после внесения гербицидов.

Метеорологические условия в период проведения исследований существенно отличались от средне-многолетних как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков. В 2019 г. за вегетационный период кукурузы сумма активных температур была выше нормы на 6,4 %, а количество атмосферных осадков превышало средне-многолетний уровень на 5,2 %. В 2020 г. сумма активных температур превысила норму на 3,3 %, а количество атмосферных осадков было выше средне-многолетних значений на 5,5 %. Гидротермический коэффициент (ГТК) составил в 2019 г. 1,61, а в 2020 г. – 1,67 при норме для региона, где проводили исследования 1,63.

Довсходовое внесение гербицидов

Установлено, что в блоке опыта с довсходовым применением гербицидов в контрольном варианте численность сорняков составила в среднем за 2019–2020 гг. 263 шт./м², а их сырая масса – 910,4 г/м². В вариантах с применением гербицидов эти показатели снижались соответственно на 92,4–99,2 и 93,5–99,5 %. Наибольшая гибель сорняков отмечалась при довсходовом внесении Аденго, КС (0,4 л/га), а наименьшая – Экстракорн, СЭ (4,0 л/га) (табл. 1).

Таблица 1. Влияние гербицидов при довсходовом внесении на засорённость посевов кукурузы через 30 дней после химической прополки (среднее за 2019–2020 гг.)

| Вид сорняка | Контроль (без обработки) | | Аденго, КС, 0,4 л/га | | Люмакс, СЭ, 4,0 л/га | | Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га | | Акрис, СЭ, 3,0 л/га | |
|------------------------|--------------------------|------------------|----------------------|------|----------------------|------|--------------------------|------|---------------------|------|
| | шт./м ² | г/м ² | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Всего сорняков | 263 | 910,4 | 99,2 | 99,5 | 97,3 | 97,9 | 92,4 | 93,5 | 96,6 | 98,1 |
| Горец вьюнковый | 13 | 59,5 | 93,8 | 98,9 | 67,8 | 94,9 | 68,8 | 94,1 | 62,2 | 88,7 |
| Просо куриное | 56 | 202,6 | 99,5 | 99,9 | 98,4 | 99,8 | 93,4 | 99,0 | 98,4 | 98,7 |
| Подмаренник цепкий | 6 | 25,4 | 100 | 100 | 100 | 100 | 81,3 | 93,9 | 87,5 | 95,3 |
| Марь белая | 170 | 565,5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96,7 | 99,4 | 100 | 100 |
| Пикульник обыкновенный | 2 | 7,6 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Ромашка непахучая | 1 | 1,8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Осот желтый | 1 | 17,8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Щирица запрокинутая | 13 | 12,0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Падалица рапса | 1 | 18,2 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Примечание: в контрольном варианте представлена численность сорняков (шт./м²) и сырая масса сорняков (г/м²), в других вариантах – снижение указанных выше показателей (%).

Изучаемые гербициды при довсходовом внесении кукурузы обеспечили полную гибель пикульника обыкновенного, ромашки непахучей, осота желтого, щирицы запрокинутой, падалицы рапса. Под влиянием довсходового внесения изучаемых гербицидов – марь белая, кроме контроля, присутствовала в посевах лишь при внесении гербицида Экстракорн, СЭ (4,0 л/га), который снижал ее численность на 96,7 %, а сырую массу на 99,4 %.

Подмаренник цепкий полностью не уничтожали Экстракорн, СЭ (4,0 л/га) и Акрис, СЭ (3,0 л/га), под влиянием которых его численность уменьшилась на 81,3 и 87,5 % при снижении сырой массы на 93,9 и 95,3 %.

Под влиянием изучаемых гербицидов гибель *горца вьюнкового* находилась в пределах 62,2–93,8 %, а *просо куриного* – 93,4–99,5 % при снижении их сырой массы соответственно на 88,7–98,9 и 99,0–99,9 %. Наибольший эффект в уничтожении как *горца вьюнкового*, так и *просо куриного* отмечался при внесении гербицида Аденго, КС (0,4 л/га), а наименьший по отношению к *горцу вьюнковому* имел место при использовании Акрис, СЭ (3,0 л/га), *просо куриного* – Экстракорн, СЭ (4,0 л/га).

Внесение гербицидов с почвенным действием в фазу 2–3 листа

В блоке опыта с внесением гербицидов в фазу 2–3 листа кукурузы в контрольном варианте численность сорняков через 30 дней после химической прополки составила 217 шт./м², а их сырая масса – 1395,4 г/м² (табл. 2). При внесении изучаемых гербицидов гибель сорняков изменялась в зависимости от используемого препарата в пределах 95,4–99,5 %, а снижение сырой массы – 96,8–99,9 %. Следовательно, в этом случае гибель сорняков увеличилась по сравнению с довсходовым внесением гербицидов на 0,3–3,0 %. Наибольший эффект при внесении гербицидов в фазу 2–3 листа кукурузы был получен в варианте, где применяли Аденго, КС (0,4 л/га), а наименьший – Экстракорн, СЭ (4,0 л/га) (табл. 2).

Таблица 2. Влияние гербицидов при внесении в фазу 2–3 листа кукурузы на засоренность посевов через 30 дней после химической прополки (среднее за 2019–2020 гг.)

| Вид сорняка | Контроль (без обработки) | | Люмакс, СЭ, 4,0 л/га | | Аденго, КС, 0,4 л/га | | Аденго, КС, 0,3 л/га | | Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га | |
|------------------------|--------------------------|------------------|----------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|--------------------------|------|
| | шт./м ² | г/м ² | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Всего сорняков | 217 | 1395,4 | 97,7 | 99,4 | 99,5 | 99,9 | 98,6 | 99,6 | 95,4 | 96,8 |
| Осот желтый | 1 | 42,9 | 50,0 | 87,3 | 100 | 100 | 50,0 | 92,6 | 50,0 | 65,8 |
| Горец вьюнковый | 14 | 74,3 | 85,4 | 95,9 | 100 | 100 | 95,0 | 98,9 | 64,0 | 72,6 |
| Просо куриное | 61 | 343,7 | 98,6 | 99,8 | 99,0 | 99,9 | 98,6 | 99,8 | 91,8 | 87,4 |
| Подмаренник цепкий | 13 | 77,1 | 97,6 | 99,9 | 100 | 100 | 100 | 100 | 85,1 | 87,2 |
| Ромашка непахучая | 1 | 14,3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50,0 | 66,7 |
| Марь белая | 109 | 736,0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Пикульник обыкновенный | 2 | 16,3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Щирица запрокинутая | 14 | 47,0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Падалица рапса | 2 | 43,8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Примечание: в контрольном варианте представлена численность сорняков (шт./м²) и сырая масса сорняков (г/м²), в других вариантах – снижение указанных выше показателей (%)

Изучаемые гербициды при внесении в фазу 2–3 листа кукурузы обеспечили полную гибель мари белой, пикульника обыкновенного, щирицы запрокинутой, падалицы рапса.

Ромашка непахучая произрастала в посевах, кроме контроля, лишь в варианте, где применяли Экстракорн, СЭ (4,0 л/га), который снизил ее численность на 50,0 %, а сырую массу – на 66,7 %.

Подмаренник цепкий не уничтожали полностью Люмакс, СЭ (4,0 л/га) и Экстракорн, СЭ (4,0 л/га). При их использовании его гибель составила соответственно 97,6 и 85,1 %, а снижению сырой массы – 99,9 и 87,2 %.

Полная гибель *горца вьюнкового* и *осота желтого* отмечалась лишь при внесении гербицида Аденго, КС (0,4 л/га). Под влиянием других изучаемых гербицидов численность этих сорняков снижалась соответственно на 64,0–95,0 и 50,0 %, а сырая масса – на 72,6–98,9 и 65,8–92,6 %. Наименьшую эффективность в уничтожении этих сорняков обеспечил Экстракорн, СЭ (4,0 л/га).

Максимальный эффект в уничтожении *просо куриного* обеспечил Аденго, КС (0,4 л/га), а минимальный – Экстракорн, СЭ (4,0 л/га). Гибель этого сорняка при внесении указанных выше гербицидов составила 99,0 и 91,8 %, а снижение сырой массы – 99,9 и 87,4 %.

Внесение гербицидов в фазу 5 листьев кукурузы

В блоке опыта с внесением гербицидов в фазу 5 листьев кукурузы численность сорняков в контрольном варианте через 30 дней после химической прополки составила 209 шт./м², а их сырая масса – 1639,0 г/м². Под влиянием изучаемых гербицидов гибель сорняков изменялась в зависимости от используемого препарата в пределах 80,9–95,2 %, а снижение сырой массы – 91,3–98,6 %. Следовательно, в этом случае гибель сорняков снижалась по сравнению с внесением гербицидов в фазу 2–3 листа на 4,3–14,5 %. Наибольший эффект при внесении гербицидов в фазу 5 листьев кукурузы был получен в варианте, где применяли Аденго, КС (0,4 л/га), а наименьший – Экстракорн, СЭ (4,0 л/га) (табл. 3).

Таблица 3. Влияние гербицидов при внесении в фазу 5 листьев кукурузы на засоренность посевов через 30 дней после химической прополки (среднее за 2019–2020 гг.)

| Вид сорняка | Контроль (без обработки) | | Аденго, КС, 0,4 л/га | | Люмакс, КС, 4,0 л/га | | Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га | |
|------------------------|--------------------------|--------|----------------------|------|----------------------|------|--------------------------|------|
| | шт./м ² | % | % | % | % | % | % | % |
| Всего сорняков | 209 | 1639,0 | 95,2 | 98,6 | 93,3 | 96,7 | 80,9 | 91,3 |
| Горец вьюнковый | 14 | 89,1 | 84,2 | 91,5 | 76,6 | 84,1 | 53,1 | 56,0 |
| Просо куриное | 61 | 365,8 | 94,9 | 98,3 | 73,8 | 81,6 | 59,6 | 74,5 |
| Марь белая | 99 | 887,8 | 96,3 | 99,4 | 96,8 | 99,4 | 90,4 | 98,6 |
| Осот желтый | 2 | 61,5 | 100 | 100 | 66,7 | 80,3 | 50,0 | 73,7 |
| Подмаренник цепкий | 12 | 59,3 | 97,2 | 98,8 | 100 | 100 | 60,6 | 82,1 |
| Ромашка непахучая | 2 | 17,9 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50,0 | 52,5 |
| Фиалка трехцветная | 2 | 4,2 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50,0 | 71,8 |
| Щирица запрокинутая | 12 | 44,8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 79,2 | 88,3 |
| Пикульник обыкновенный | 3 | 29,1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Падалица рапса | 2 | 49,5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Примечание: в контрольном варианте представлена численность сорняков (шт./м²) и сырая масса сорняков (г/м²), в других вариантах – снижение указанных выше показателей (%).

При наиболее позднем сроке внесения изучаемые гербициды обеспечили полную гибель пикульника обыкновенного, падалицы рапса.

Ромашка непахучая, фиалка трехцветная и щирица запрокинутая произрастали в посевах, кроме контроля, лишь в варианте, где применяли Экстракорн, СЭ (4,0 л/га), который снизил их численность соответственно на 50,0; 50,0 и 79,2 %, а сырую массу – на 52,5; 71,8 и 88,3 %.

Подмаренник цепкий не уничтожали полностью Аденго, КС (0,4 л/га) и Экстракорн, СЭ (4,0 л/га). При их использовании его гибель составила соответственно 97,2 и 60,6 %, а снижение сырой массы – 98,8 и 82,1 %.

Полная гибель *осота желтого* отмечалась лишь при внесении гербицида Аденго, КС (0,4 л/га). Под влиянием других изучаемых гербицидов его численность снижалась на 50,0–66,7 %, а сырая масса на – 73,7–80,3 %. Наименьшую эффективность в уничтожении этого сорняка обеспечил Экстракорн, СЭ (4,0 л/га).

Максимальный эффект в уничтожении *просо куриного и горца вьюнкового* обеспечил Аденго, КС (0,4 л/га), *мари белой* – Аденго, КС (0,4 л/га) и Люмакс, СЭ (4,0 л/га). При использовании указанных выше гербицидов численность этих сорняков снижалась соответственно на 94,9; 84,2; 96,3–96,8 %, а сырая масса – на 98,3; 91,5; 99,4 %. Наименьшая эффективность в уничтожении проса куриного, горца вьюнкового и мари белой отмечалась при внесении Экстракорн, СЭ (4,0 л/га), под влиянием которого их численность снижалась соответственно на 59,6; 53,1 и 90,4 %, а сырая масса – на 74,5; 56,0 и 98,6 % (табл. 3).

Влияние гербицидов на урожайность зеленой массы кукурузы

Урожайность зеленой массы кукурузы, включающая стебли, листья и початки, в сложившихся погодных условиях составила в среднем за 2019–2020 гг. в контрольном варианте блока опыта с довсходовым проведением химической прополки 256,3 ц/га (табл. 4).

Таблица 4. Влияние гербицидов на урожайность зеленой массы кукурузы, ц/га

| Вариант | Срок внесения | Урожайность, ц/га | | | Прибавка | |
|---------------------------------|---------------|-------------------|---------|---------|----------|-------|
| | | 2019 г. | 2020 г. | Среднее | ц/га | % |
| Контроль (без обработки) | – | 128,0 | 384,5 | 256,3 | – | – |
| Аденго, КС, 0,4 л/га | До всходов | 532,7 | 703,9 | 618,3 | 362,0 | 141,2 |
| Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га | | 505,4 | 698,7 | 602,1 | 345,8 | 134,9 |
| Люмакс, СЭ, 4,0 л/га | | 528,1 | 700,2 | 614,2 | 357,9 | 139,6 |
| Акрис, СЭ, 3,0 л/га | | 512,7 | 675,4 | 594,1 | 337,8 | 131,8 |
| Контроль (без обработки) | – | 132,0 | 387,4 | 259,7 | – | – |
| Люмакс, СЭ, 4,0 л/га | 2–3 листа | 542,4 | 715,3 | 628,9 | 369,2 | 142,2 |
| Аденго, КС, 0,4 л/га | | 554,0 | 719,7 | 636,9 | 377,2 | 145,2 |
| Аденго, КС, 0,3 л/га | | 547,0 | 708,4 | 627,7 | 368,0 | 141,7 |
| Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га | | 534,0 | 705,7 | 619,9 | 360,2 | 138,7 |
| Контроль (без обработки) | – | 131,0 | 381,7 | 256,4 | – | – |
| Люмакс, СЭ, 4,0 л/га | 5 листьев | 544,6 | 659,3 | 602,0 | 345,6 | 134,8 |
| Аденго, КС, 0,4 л/га | | 552,8 | 692,7 | 622,8 | 366,4 | 142,9 |
| Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га | | 526,6 | 671,8 | 599,2 | 342,8 | 133,7 |

НСР₀₅

19,1 20,4

Наибольшую урожайность при довсходовом внесении гербицидов обеспечило применение Аденго, КС (0,4 л/га) – 618,3 ц/га, что выше по сравнению с контролем на 141,2 %. Несколько ниже (614,2 ц/га) этот показатель был при использовании гербицида Люмакс, СЭ (4,0 л/га). Прибавка в этом случае составила 139,6 %. Наименьшая урожайность зеленой массы при довсходовом внесении гербицидов была в варианте с применением Акрис, СЭ (3,0 л/га) – 594,1 ц/га, что выше по сравнению с контролем на 131,8 %.

При использовании гербицидов в фазу 2–3 листа кукурузы наибольшую урожайность зеленой массы также обеспечил Аденго, КС (0,4 л/га) – 636,9 ц/га. Прибавка составила 145,2 %. В вариантах с внесением в эту фазу гербицидов Люмакс, СЭ (4,0 л/га) и Аденго, КС (0,3 л/га) урожайность была практически на одном уровне и составила 628,9 и 627,7 ц/га соответственно, что выше по сравнению с контролем на 142,2 и 141,7 %. Наименьшая урожайность получена при использовании гербицида Экстракорн, СЭ (4,0 л/га) – 619,9 ц/га. В этом случае прибавка составила 138,7 %.

Сопоставляя урожайность зеленой массы кукурузы, можно сделать вывод, что в сложившихся в период исследований условиях применение изучаемых гербицидов в фазу 2–3 листа культуры обеспечило по сравнению с довсходовым их использованием прибавку урожайности 2,9–3,0 %.

При внесении гербицидов в фазу 5 листьев кукурузы урожайность зеленой массы находилась в пределах 599,2–622,8 ц/га, что выше по сравнению с контролем на 133,7–142,9 %. Наибольшая урожайность зеленой массы была получена в варианте, где вносили Аденго, КС (0,4 л/га), а наименьшая – Экстракорн, СЭ (4,0 л/га).

Анализ представленной выше урожайности зеленой массы кукурузы свидетельствует о том, что в варианте с использованием наиболее эффективного гербицида Аденго, КС (0,4 л/га) в фазу 5 листьев этой культуры урожайность зеленой массы была выше на 0,7 % по сравнению с довсходовым его внесением, но уступало варианту с внесением этого гербицида в фазу 2–3 листа культуры 2,2 % (табл. 4).

Влияние гербицидов на урожайность зерна кукурузы

Урожайность зерна кукурузы составила в среднем за 2019–2020 гг. в контрольном варианте блока опыта с довсходовым проведением химической прополки 37,3 ц/га. Максимальную урожайность при довсходовом применении гербицидов обеспечило использование Аденго, КС (0,4 л/га) – 97,7 ц/га, что выше по сравнению с контролем на 161,9 %. Примерно на таком же уровне (97,1 ц/га и 160,3 %) эти показатели находились и при довсходовом применении гербицида Люмакс, СЭ (4,0 л/га). Наименьшую урожайность зерна в этом блоке опыта обеспечило использование гербицида Экстракорн, СЭ (4,0 л/га) – 95,6 ц/га, что выше по сравнению с контролем на 156,3 % (табл. 5).

Таблица 5. Влияние гербицидов на урожайность зерна кукурузы, ц/га

| Вариант | Срок внесения | Урожайность, ц/га | | | Прибавка | |
|---------------------------------|---------------|-------------------|---------|---------|----------|-------|
| | | 2019 г. | 2020 г. | Среднее | ц/га | % |
| Контроль (без обработки) | – | 22,8 | 51,7 | 37,3 | – | – |
| Аденго, КС, 0,4 л/га | До всходов | 95,8 | 99,6 | 97,7 | 60,4 | 161,9 |
| Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га | | 92,0 | 99,2 | 95,6 | 58,3 | 156,3 |
| Люмакс, СЭ, 4,0 л/га | | 94,7 | 99,5 | 97,1 | 59,8 | 160,3 |
| Акрис, СЭ, 3,0 л/га | | 92,0 | 98,8 | 95,4 | 58,1 | 156,0 |
| Контроль (без обработки) | – | 23,1 | 51,9 | 37,1 | – | – |
| Люмакс, СЭ, 4,0 л/га | 2–3 листа | 96,4 | 99,7 | 98,1 | 61,0 | 164,4 |
| Аденго, КС, 0,4 л/га | | 99,0 | 99,8 | 99,4 | 62,3 | 167,9 |
| Аденго, КС, 0,3 л/га | | 97,2 | 99,1 | 98,2 | 61,1 | 164,7 |
| Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га | | 95,2 | 97,9 | 96,6 | 59,5 | 160,4 |
| Контроль (без обработки) | – | 22,9 | 51,6 | 37,3 | – | – |
| Люмакс, СЭ, 4,0 л/га | 5 листьев | 96,7 | 91,1 | 94,3 | 57,0 | 152,8 |
| Аденго, КС, 0,4 л/га | | 98,6 | 94,2 | 96,4 | 59,1 | 158,4 |
| Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га | | 94,1 | 92,0 | 93,3 | 56,0 | 150,1 |
| НСР ₀₅ | | 3,6 | 3,9 | | | |

При внесении гербицидов в фазу 2–3 листа кукурузы наибольшая урожайность зерна была получена при использовании Аденго, КС (0,4 л/га) – 99,4 ц/га. Прибавка при этом составила 167,9 %. При использовании гербицида Аденго, КС (0,3 л/га) указанные выше показатели были равны 98,2 ц/га и 164,7 %, Люмакс, СЭ (4,0 л/га) – 98,1 ц/га и 164,4 %, Экстракорн, СЭ (4,0 л/га) – 96,6 ц/га и 160,4 %. Полученные результаты свидетельствуют о том, что урожайность зерна кукурузы при внесении изучаемых гербицидов в фазу 2–3 листа культуры была на 1,0–1,7 % выше по сравнению с довсходовым их применением.

Использование гербицидов в фазу 5 листьев кукурузы обеспечило урожайность зерна в пределах 93,3–96,4 ц/га, что выше по сравнению с контролем на 150,1–158,4 %. Наибольшими указанными выше показатели были в варианте с применением Аденго, КС (0,4 л/га), а наименьшими – Экстракорн, СЭ (4,0 л/га). В этом случае урожайность зерна кукурузы была ниже по сравнению с довсходовым применением Аденго, КС (0,4 л/га) на 1,3 % и на 3,0 % по сравнению с внесением этого препарата в фазу 2–3 листа культуры.

Заключение

1. В сложившихся в период исследований погодных условиях наибольший эффект в защите посевов кукурузы от сорняков получен при использовании в фазу 2–3 листа культуры гербицида Аденго, КС (0,4 л/га). В этом случае численность сорняков снижалась в среднем на 99,5 %, их сырая масса – на 99,9 %, что обеспечило прибавку урожайности зеленой массы кукурузы 145,2 %, а зерна – 167,9 %.

2. При использовании гербицида Аденго, КС (0,4 л/га) и других изучаемых препаратов до появления всходов кукурузы гибель сорняков была ниже по сравнению с их внесением в фазу 2–3 листа культуры на 0,3–3,0 %, снижение их сырой массы на 0,4–3,3 %. Урожайность зеленой массы кукурузы от довсходового применения гербицидов снижалась по сравнению с оптимальным сроком химической прополки посевов на 2,4–3,0 %, а зерна на 1,0–1,7 % в зависимости от используемого гербицида.

3. При внесении гербицидов в фазу 5 листьев кукурузы гибель сорняков была ниже на 4,3–14,5 %, а снижение их сырой массы на 1,3–5,5 % по сравнению с их применением в фазу 2–3 листа культуры. Это привело к снижению урожайности зеленой массы по сравнению с оптимальным сроком применения гербицидов на 2,2–4,3 %, а зерна на 3,0–3,9 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Возделывание кукурузы на зерно и силос / Н. Ф. Надточаев [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 453–492.

2. Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2009 году и прогноз их появления в 2010 году в Республике Беларусь / Минсельхозпрод, ГУ «Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений», РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. А. В. Майсеенко, С. В. Сороки. – Минск, 2010. – С. 192.

3. Тубол, М. И. Особенности применения гербицидов в севообороте: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / М. И. Тубол. – М., 1974. – 19 с.

СОЗДАНИЕ ВЫСОКОУРОЖАЙНЫХ ЛИНИЙ И ГИБРИДОВ ТОМАТА С ГЕНАМИ УСТОЙЧИВОСТИ К ПАТОГЕННЫМ ОРГАНИЗМАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАРКЕР-СОПУТСТВУЮЩЕГО И ГАМЕТНОГО ОТБОРОВ

И. Е. БАЕВА, И. Г. ПУГАЧЕВА, М. М. ДОБРЮДИН

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407; e-mail: irynabayeva27@mail.ru*

О. Г. БАБАК, А. В. КИЛЬЧЕВСКИЙ

*Институт генетики и цитологии НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь, 220027, e-mail: babak_olga@mail.ru*

(Поступила в редакцию 15.04.2021)

Для получения урожайных, адаптивных линий и гибридов томата с комплексом генов устойчивости к болезням наряду с классическими методами селекции целесообразно использовать методы маркер-сопутствующего и гаметного отборов. Применение молекулярных маркеров позволяет идентифицировать желательные аллели и, уже после введения их в улучшаемый генотип, на ранних стадиях развития отобрать с помощью маркер-сопутствующей селекции ценные растения среди большого количества селекционного материала. Методы гаметной селекции дают возможность повысить результативность и ускорить селекционный процесс посредством вовлечения дополнительного этапа отбора на уровне пыльцы. В результате поэтапного сочетания указанных методов был получен ценный селекционный материал: стерильная Линия-83 с маркерным признаком «картофельный лист» и наличием аллелей генов устойчивости (I-2, Ph-3, Tm-2²/tm-2, Cf-4, Cf-4A), а также семнадцать фертильных крупноплодных линий томата. Линия-83 использована в схеме гибридизации томата разновидности черри как материнский компонент скрещивания. После трехлетнего испытания из этой схемы выделены 8 гибридных комбинаций, превышающих стандарт Черри Коралл по ранней урожайности на 75,0–200,0 %, по товарной урожайности на 67,5–82,5 %, по общей урожайности на 58,7–87,0 %. Три из них в 2020 г. переданы для испытания в ГСИ. Из семнадцати крупноплодных линий томата выделены десять линий, формирующих 0,4–3,6 кг/м² раннеспелых плодов, 7,1–13,5 кг/м² товарных плодов, 7,7–14,2 кг/м² общего урожая с массой товарного плода от 72,9 до 260,6 г. В отобранных формах достигнут эффект пирамидирования 2–6 генов устойчивости к болезням. Полученные перспективные линии в дальнейшем могут быть использованы для селекционной работы.

Ключевые слова: *томат, микрогаметофитный отбор, маркер-сопутствующая селекция, урожайность, устойчивость к болезням, ДНК-анализ.*

To obtain productive, adaptive lines and hybrids of tomato with a complex of disease resistance genes, along with classical selection methods, it is advisable to use the methods of marker-accompanying and gamete selection. The use of molecular markers makes it possible to identify the desired alleles and, after their introduction into the genotype to be improved, at the early stages of development, select valuable plants among a large amount of breeding material using marker-accompanying selection. Gamete selection methods make it possible to increase productivity and speed up the breeding process by involving an additional selection step at the pollen level. As a result of step-by-step combination of these methods, valuable breeding material was obtained: sterile Line-83 with the marker trait «potato leaf» and the presence of alleles of resistance genes (I-2, Ph-3, Tm-2²/tm-2, Cf-4, Cf-4A), as well as seventeen fertile large-fruited tomato lines. Line-83 was used in the cherry tomato hybridization scheme as the parent component of the crossing. After a three-year test, 8 hybrid combinations were identified from this scheme, exceeding the Cherry Coral standard in early yield by 75.0–200.0 %, in marketable yield by 67.5–82.5 %, in total yield by 58.7–87.0 %. Three of them in 2020 were transferred for testing to the State Variety Testing. Of the seventeen large-fruited tomato lines, ten lines were identified, forming 0.4–3.6 kg / m² of early ripe fruits, 7.1–13.5 kg / m² of marketable fruits, 7.7–14.2 kg / m² of total yield with a weight of marketable fruit from 72.9 to 260.6 g. In the selected forms, the effect of pyramiding 2–6 genes of resistance to diseases was achieved. The obtained promising lines can be further used for breeding work.

Key words: *tomato, microgametophyte selection, marker-accompanying selection, yield, disease resistance, DNA analysis.*

Введение

Важным требованием к выведенному новому сорту, наряду с высокой продуктивностью, является комплексная устойчивость к воздействию неблагоприятных абиотических и биотических факторов. Создание таких сортов растений, в том числе томата, классическими методами селекции является достаточно длительным и трудоемким процессом, в редких случаях позволяющим объединить в одном генотипе несколько генов устойчивости.

Эффективным инструментом в селекции растений является маркер-сопутствующий отбор (MAS), который при помощи генетических маркеров дает возможность выбирать генотипы с желательными аллелями. В настоящее время для отбора томата по селекционно значимым признакам разработано большое количество ДНК-маркеров [1]. Важная роль в практической селекции принадлежит группе генов, контролирующей устойчивость к организмам-патогенам: к галловым нематодам (*Meloidogyne* spp.) – *Mi1.2* [2], к патогенным грибам: *Verticillium dahlia* Kleb. и *V. albo-atrum* – *Ve* [3], *Fusarium*

oxysporum f sp. *Lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen – *I-2* [4], *Cladosporium fulvum* Cke – серия генов *Cf* [5], *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) – *Ph-3* [6], к вирусам: *Tomato mosaic virus* – *Tm-2*, *Tm-2*² [7] и *Tomato spotted wilt virus* – *Sw-5* [8] и др.

Метод селекции, основанный на пирамидировании в одном генотипе ряда целевых генов, идентифицированных у разных родителей при помощи MAS, является перспективным в настоящее время.

Селекция на уровне гаметофита представляет интерес поскольку, как отмечал D. L. Mulkaһy, гаплоидное состояние генотипа позволяет обнаружить и редкие рецессивные аллели, и адаптивные признаки, контролируемые большим числом локусов, что не всегда удастся выявить при отборе на спорофитном уровне [10]. Установлено, что 60–80 % структурных генов экспрессируются как в микрогаметофите, так и в спорофите. В ряде литературных источников показано, что при отборе микрогаметофита по устойчивости к абиотическому или биотическому стрессу, увеличивается и устойчивость к этому же фактору образующегося спорофита [11, 12].

На основании вышеизложенного целью наших исследований являлось изучение возможности сочетания маркер-сопутствующего и гаметного отбора для получения высокоурожайных гибридов томата типа черри, а также крупноплодных линий томата, с комплексом генов устойчивости к болезням.

Основная часть

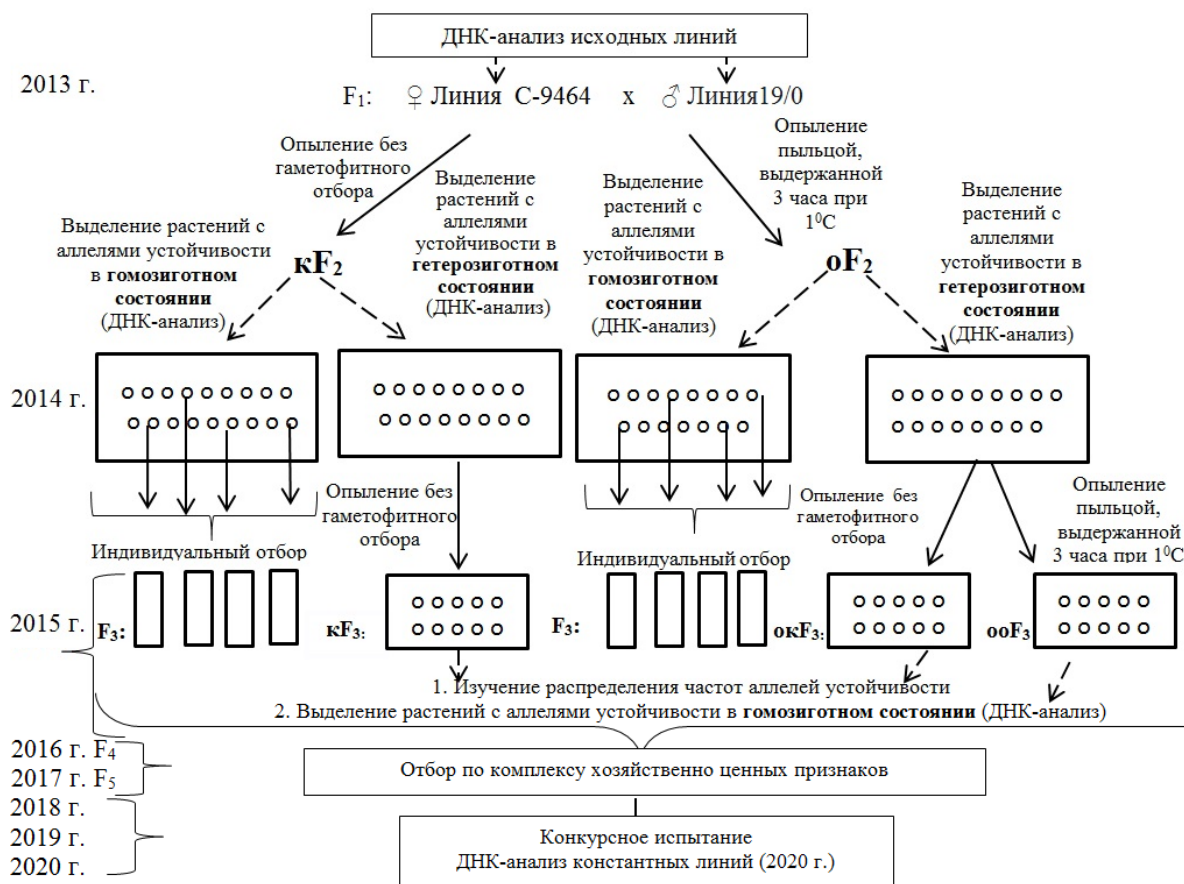
Научные исследования проводились в 2012–2020 годах в грунтовых теплицах на опытном поле и в лаборатории кафедры сельскохозяйственной биотехнологии и экологии УО БГСХА (г. Горки). Молекулярно-генетический анализ осуществлялся в лаборатории экологической генетики и биотехнологии ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» в (г. Минск).

На предварительном этапе исследования с использованием генетических маркеров проведена оценка коллекции сортов и линий томата на наличие генов *I-2*, *Cf-4*, *Cf-4A*, *Cf-5*, *Mi-1.2*, *Tm-2/Tm-2*², *Ph-3*. Методика идентификации генов устойчивости к болезням и вредителям, а также молекулярная характеристика образцов (Линия-2, Линия-4, Линия-9, Линия 19/0, Линия 19/3, Линия ТХ-140, Линия ТХ-144, Линия Б-3-1-8, Линия С-9464, сорта Иришка и Никола) представлена в ранее опубликованных материалах [1]. Среди 30 гибридов, полученных в результате скрещивания протестированных образцов, для дальнейших исследований были выбраны четыре комбинации (Линия С-9464 × Линия 19/0, Линия Б-3-1-8 × Линия 19/0, Линия Б-3-1-8 × Линия-9, Линия С-9464 × Иришка), т.к. по результатам предварительных исследований они характеризовались высокой урожайностью, сочетанием аллелей устойчивости к болезням, возможностью получения достаточного количества семян для закладки экспериментов.

На рис. 1 на примере гибридной комбинации Линия С-9464 × Линия 19/0 представлена схема получения устойчивых линий томата в ряду поколений с применением маркер-сопутствующего и микрогаметофитного отборов. Исходные формы данного гибрида характеризуются наличием аллелей устойчивости к фузариозному увяданию *I-2* (Линия 19/0) и кладоспориозу *Cf-5* (Линия С-9464).

Сначала были созданы контрольные (κF_2) и опытные (oF_2) гибридные популяции растений при помощи микрогаметофитного отбора по холодостойкости. Для этого в 2013 году пыльцу, собранную с растений F_1 Линия С-9464 × Линия 19/0, использовали для создания популяций контрольных (κF_2) и опытных (oF_2) растений. Для инициации прорастания первоначально пыльцу обоих вариантов культивировали в питательной среде (20 % сахарозы, 0,006 % борной кислоты) 30 минут при температуре 26 °С. Далее пыльцу в контрольном варианте использовали для опыления. Пыльцу опытного варианта дополнительно выдерживали 3 часа в холодильнике при +1 °С для отбора наиболее холодостойких пыльцевых зерен, затем проводили опыление [13]. Предполагается, что в опытном варианте (oF_2) произошло опыление холодостойкими пыльцевыми зёрнами с образованием семян, из которых вырастут растения, обладающие повышенной стрессоустойчивостью.

Проростки созданных популяций κF_2 и oF_2 использовались для идентификации аллелей, определяющих устойчивость к кладоспориозу (*Cf-5*) и фузариозному увяданию (*I-2*) с применением ДНК-анализа. На основании полученных результатов осуществлялся отбор генотипов с аллелями устойчивости к фузариозному увяданию в гомозиготном (*I-2/I-2*) и гетерозиготном (*I-2/i-2*) состоянии, а также выбраковка неустойчивых генотипов. Это позволило не только выявить образцы с аллелями генов устойчивости к фузариозу и кладоспориозу, но и сократить объём исследуемого материала на следующий год.



Примечание: \dashrightarrow - маркер-сопутствующий отбор
 \rightarrow - микрогаметофитный отбор

Рис. 1. Схема создания устойчивых линий томата с применением маркер-сопутствующего и микрогаметофитного отборов

По результатам ДНК-анализа из 200 изученных генотипов были отобраны растения с аллелями устойчивости в гомозиготном состоянии (19 штук из kF_2 и 23 штуки из oF_2) и гетерозиготном состоянии (34 штуки из kF_2 и 32 штуки из oF_2). В дальнейшем образцы с аллелями устойчивости в гомозиготном состоянии использовались для индивидуального отбора по комплексу биометрических признаков и урожайности. Образцы с аллелями в гетерозиготном состоянии применялись для закладки лабораторных экспериментов [14], а также получения в 2014 году контрольных (kF_3) и опытных (okF_3 , ooF_3) гибридных популяций растений при помощи микрогаметофитного отбора по холодостойкости. Для этого проводили самоопыление пыльцой, собранной с растений kF_2 , а также одной частью пыльцы, собранной с растений oF_2 , не подвергая ее температурному стрессу. Вторую часть пыльцы, собранную с растений oF_2 вновь подвергали холодовой обработке и только потом использовали для опыления. В конечном итоге (в течение двух лет исследований) были получены следующие варианты семян: kF_2 и kF_3 (F_2 и F_3 без обработки холодом); oF_2 и okF_3 (F_2 и F_3 с однократной обработкой холодом на уровне пыльцы F_2 – однократный пыльцевой отбор); ooF_3 (F_3 с двукратной обработкой холодом на уровне пыльцы F_2 и F_3 – двукратный пыльцевой отбор).

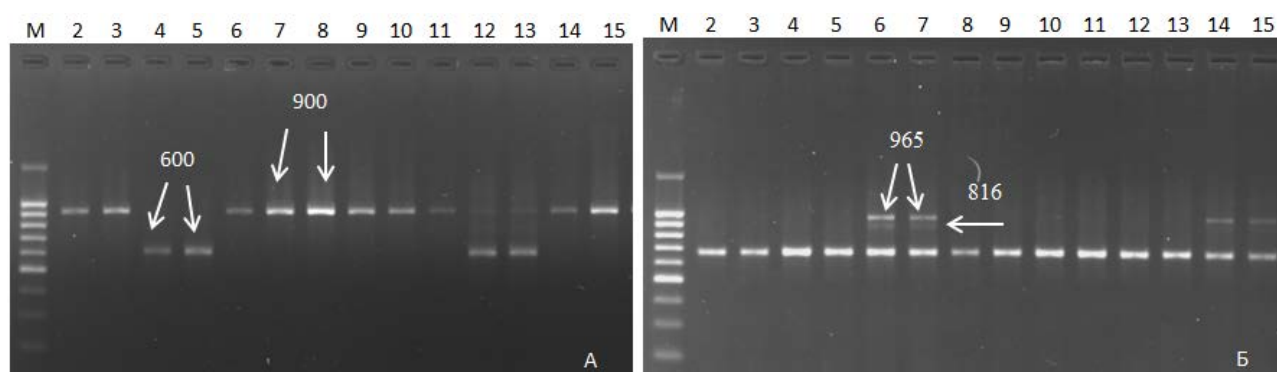
Полученный семенной материал использовался для изучения влияния однократного и двукратного пыльцевых отборов по холодостойкости на повышение устойчивости популяций F_2 и F_3 к низким положительным температурам, к токсинам возбудителя фузариозного увядания; а также для изучения влияние пыльцевого отбора по холодостойкости на распределение частот аллелей генов устойчивости к фузариозному увяданию и кладоспориозу при помощи ДНК-анализа. Методика проведения экспериментов и полученные результаты опубликованы ранее [14]. Было доказано положительное влияние пыльцевого отбора по холодостойкости на устойчивость спорофита к низким положительным температурам, которое проявлялось в достоверном увеличении всхожести на 17 % в oF_2 по отношению к kF_2 ; массы проростков в okF_3 и ooF_3 на 17,7 % и 7,5 %, соответственно, в сравнении с kF_3 .

Оценка воздействия пыльцевого отбора по холодостойкости на прорастание семян в присутствии фильтрата культуральной жидкости *F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici* показала во втором поколении увеличение индекса устойчивости по всхожести на 12,5 % (oF_2); в третьем поколении – увеличение индекса устойчивости по длине корня на 87,9 % (okF_3) и 145,5 % (ooF_3), а по длине гипокотыля – на 24,5 % (okF_3) и 22,4 % (ooF_3) по отношению к контрольным вариантам. В результате применения ДНК-анализа в варианте опыта с однократным микрогаметофитным отбором oF_2 выявлено увеличение доли образцов с аллелями устойчивости к фузариозу ($I-2/I-2$) на 3 % и кладоспориозу ($Cf-5$) на 2 %, а также в вариантах okF_3 и ooF_3 по сравнению с контролем kF_3 выявлено увеличение доли образцов с аллелями устойчивости к фузариозу – на 10,4 % и 6,2 %, соответственно. В итоге показано положительное влияние однократного и двукратного микрогаметофитного отборов на повышение устойчивости к низким положительным температурам и токсинам возбудителя фузариозного увядания у томата, а также – на увеличение частот аллелей генов устойчивости к болезням ($I-2/I-2$ и $Cf-5$) по сравнению с аллелями восприимчивости [14].

Растения, отобранные в ходе проведенных экспериментов, использовались не только для получения научных результатов об эффективности микрогаметофитного и маркер-сопутствующего отбора, но и были сохранены для последующего изучения. Таким образом, из 416 образцов F_2 и F_3 гибридной комбинации Линия С-9464 × Линия 19/0 были выделены 68 генотипов с аллелями двух генов устойчивости ($I-2$, $Cf-5$) для дальнейших исследований.

Сложность при ведении селекции растений на устойчивость к стрессам заключается в необходимости преодоления отрицательных корреляций между продуктивностью и устойчивостью к заболеваниям, скороспелостью и устойчивостью к заболеваниям.

Поэтому растения, отобранные в ходе селекционных исследований с 2015 по 2017 гг., высаживались для проведения индивидуального отбора по комплексу хозяйственно ценных признаков. В итоге отбора из комбинации скрещивания Линия С-9464×Линия 19/0 выделена стерильная форма (Линия-83) с маркерным признаком «картофельный лист» и наличием аллелей генов устойчивости ($I-2$, $Ph-3$, $Tm-2^2/tm-2$, $Cf-4$, $Cf-4A$). На рисунке 2 представлен фрагмент результатов маркерного анализа образцов томата по устойчивости к фитофторозу и кладоспориозу.



А – маркер к гену устойчивости к фитофторозу $Ph-3$ (600 п.н.): 2,3 – Линия 17-29; 4,5 – Линия-83; 6,7 – Линия 17-30; 8,9 – Линия 17-37; 10,11 – Линия 17-23; 12,13 – Аламина F_1 ; 14,15 – Линия 17-10/3; Б – маркер к генам устойчивости к кладоспориозу $Cf-4$ (816 п.н.) и $Cf-4A$ (965 п.н.): 2,3 – Линия 16-62; 4,5 – Линия 17-9; 6,7 – Линия-83; 8,9 – Линия 17-34; 10,11 – Линия 17-29; 12,13 – Линия 17-38; 14,15 – Линия-17-35, М – маркер молекулярного веса

Рис. 2. Электрофореграмма продуктов амплификации образцов томата с праймерами к аллелям устойчивости

Линия-83 в 2018 году включена в качестве материнского компонента скрещивания в схему топкросса 3×7. По результатам испытаний (2018–2020 гг.) выделены 8 гибридных комбинаций (Линия С-9464 × Линия-08; Линия С-9464 × Линия-022; Линия С-9464 × Линия-046; Линия С-9464 × Линия-049; Линия-4 × Линия-08; Линия-4 × Линия-010; Линия-4 × Линия-022 и Линия-83 × Линия-049), превышающих стандарт Черри Коралл по ранней урожайности на 75,0–200,0 %, по товарной урожайности на 67,5–82,5 %, по общей урожайности на 58,7–87,0 % (табл. 1). Три из них в 2020 г. переданы для испытания в ГСИ под названием Пьеро F_1 , Базилио F_1 и Артемон F_1 .

Таблица 1. Хозяйственно ценные признаки лучших гибридов томата черри (2018–2020 гг., среднее)

| Образец | Урожайность, кг/м ² | | | Масса плода, г |
|--------------------------|--------------------------------|----------|-------|----------------|
| | ранняя | товарная | общая | |
| Черри Коралл (стандарт) | 0,8 | 4,0 | 4,6 | 17,1 |
| Линия-08 | 0,7 | 3,1 | 3,7 | 8,7 |
| Линия – 09 | 0,6 | 2,6 | 2,9 | 8,8 |
| Линия-010 | 1,3 | 5,1 | 5,9 | 9,1 |
| Линия-020 | 0,5 | 6,9 | 7,8 | 14,0 |
| Линия-022 | 1,1 | 5,5 | 6,0 | 7,2 |
| Лини-046 | 0,8 | 3,7 | 4,9 | 8,5 |
| Линия-049 | 0,9 | 4,9 | 5,3 | 9,1 |
| Линия С-9464 (ФМС) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Линия-4 (ФМС+pat-2) | 2,0 | 6,6 | 7,2 | 65,0 |
| Линия-83 (ФМС) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Линия С-9464 х Линия-08 | 2,4 | 7,2 | 8,0 | 19,1 |
| Линия С-9464 х Линия-09 | 1,2 | 3,6 | 4,3 | 15,0 |
| Линия С-9464 х Линия-010 | 1,7 | 5,0 | 5,9 | 21,6 |
| Линия С-9464 х Линия-020 | 1,5 | 6,1 | 7,0 | 21,8 |
| Линия С-9464 х Линия-022 | 2,2 | 7,2 | 7,8 | 22,0 |
| Линия С-9464 х Линия-046 | 2,1 | 7,0 | 7,5 | 21,0 |
| Линия С-9464 х Линия-049 | 1,8 | 6,7 | 7,5 | 21,7 |
| Линия-4 х Линия-08 | 2,0 | 7,3 | 8,6 | 23,6 |
| Линия-4 х Линия-09 | 2,2 | 6,3 | 7,0 | 25,3 |
| Линия -4 х Линия-010 | 2,4 | 6,9 | 7,5 | 28,0 |
| Линия-4 х Линия-020 | 1,8 | 6,2 | 6,6 | 31,6 |
| Линия-4 х Линия-022 | 1,8 | 7,3 | 7,8 | 29,3 |
| Линия-4 х Линия-046 | 1,8 | 6,2 | 6,7 | 28,0 |
| Линия-4 х Линия-049 | 2,0 | 5,4 | 5,9 | 26,4 |
| Линия-83 х Линия-08 | 1,6 | 5,5 | 6,1 | 21,3 |
| Линия-83 х Линия-09 | 1,2 | 3,8 | 4,7 | 16,9 |
| Линия-83 х Линия-010 | 1,5 | 4,7 | 5,7 | 19,2 |
| Линия-83 х Линия-020 | 1,2 | 4,8 | 5,9 | 24,4 |
| Линия-83 х Линия-022 | 1,3 | 5,4 | 5,9 | 21,7 |
| Линия-83 х Линия-046 | 1,1 | 5,5 | 6,4 | 18,7 |
| Линия-83 х Линия-049 | 1,4 | 6,7 | 7,3 | 24,9 |

Из комбинаций скрещивания Линия С-9464 × Линия 19/0, Линия Б-3-1-8 × Линия 19/0, Линия Б-3-1-8 × Линия-9, Линия С-9464 × Иришка были получены семнадцать крупноплодных линий томата (табл. 2). На протяжении 2018–2020 гг. в конкурсном питомнике осуществлялось испытание этих линий. В качестве стандарта выступали индетерминантный гибрид F₁ Старт и детерминантный ранне-спелый гибрид F₁ Евро, в 2020 г. также использовался стандарт F₁ Аламина.

Таблица 2. Результаты испытания крупноплодных образцов томата (2018–2020 гг., среднее)

| Образец | Урожайность, кг/м ² | | | Масса плода, г | Наличие аллелей устойчивости |
|------------------------------------|--------------------------------|----------|-------|----------------|---|
| | ранняя | товарная | общая | | |
| Старт F₁ (ст.) | 1,4 | 11,0 | 12,7 | 136,5 | <i>Cf-4A</i> |
| Евро F₁(ст.) | 3,6 | 10,2 | 11,2 | 82,1 | – |
| Аламина F₁ (ст.) | 0,4 | 7,4 | 9,1 | 171,4 | <i>I-2, Cf-4, Cf-4A, Ph-3*, Tm-2²/tm-2*</i> |
| Линия 16-62 | 3,6 | 7,1 | 7,7 | 72,9 | – |
| Линия 17-9 | 1,1 | 8,4 | 9,3 | 118,1 | <i>I-2, Ph-3</i> |
| Линия 17-10/3 | 0,7 | 6,9 | 8,3 | 124,4 | <i>I-2, Cf-4, Cf-4A</i> |
| Линия 17-23 | 1,8 | 13,5 | 14,2 | 260,6 | <i>Cf-5</i> |
| Линия 17-24 | 1,3 | 7,8 | 9,2 | 50,5 | <i>Cf-5</i> |
| Линия 17-25 | 1,6 | 10,0 | 11,0 | 156,8 | <i>I-2, Cf-4, Cf-4A</i> |
| Линия 17-26 | 0,4 | 7,3 | 9,1 | 166,6 | <i>I-2, Cf-4, Cf-4A</i> |
| Линия 17-27 | 0,5 | 5,5 | 6,6 | 86,5 | <i>I-2, Tm-2/ Tm-2², Cf-4, Cf-4A</i> |
| Линия 17-28 | 0,2 | 5,2 | 6,3 | 97,2 | <i>I-2, Cf-5, Ph-3, Tm-2/ Tm-2², Cf-4, Cf-4A</i> |
| Линия 17-29 | 0,1 | 5,0 | 6,1 | 82,9 | <i>I-2, Cf-5</i> |
| Линия 17-30 | 0,4 | 4,7 | 6,3 | 68,5 | <i>I-2</i> |
| Линия 17-31 | 1,0 | 7,9 | 11,6 | 127,4 | <i>I-2, Cf-4, Cf-4A</i> |
| Линия 17-34 | 0,6 | 5,2 | 6,8 | 88,2 | <i>I-2</i> |
| Линия 17-35 | 1,3 | 7,9 | 9,4 | 84,9 | <i>I-2, Cf-5, Ph-3, Tm-2/ Tm-2², Cf-4, Cf-4A</i> |
| Линия 17-36 | 0,8 | 7,8 | 9,3 | 84,0 | – |
| Линия 17-37 | 0,3 | 4,0 | 5,9 | 84,4 | <i>I-2, Cf-5, Tm-2/ Tm-2², Cf-4, Cf-4A</i> |
| Линия 17-38 | 0,6 | 6,6 | 8,2 | 55,9 | <i>Cf-5</i> |

* нахождение гена в гетерозиготном состоянии.

Согласно данным трехлетних испытаний, выделены десять линий, обладающих комплексом генов устойчивости к болезням и формирующих 0,4–3,6 кг/м² раннеспелых плодов, 7,1–13,5 кг/м² товарных плодов, 7,7–14,2 кг/м² общего урожая с массой товарного плода от 72,9 до 260,6 г. Проведен ДНК-анализ полученных линий и стандартов для идентификации генов устойчивости к фузариозному увяданию (*I-2*), к вирусу мозаики томата (*Tm-2/Tm-2²*), к кладоспориозу (*Cf-5*, *Cf-4*, *Cf-4A*), к фитофторозу (*Ph-3*). Примеры электрофореграмм продуктов амплификации с праймерами к аллелям устойчивости к фитофторозу и кладоспориозу представлены на рис. 2. Десять из семнадцати изучаемых линий характеризуются сочетанием аллелей 2–6 генов устойчивости к болезням. Полученные линии рекомендуются для использования в селекции на устойчивость к биотическим и абиотическим факторам.

Заключение

Использование микрогаметофитного отбора и ДНК-анализа является важным инструментом при создании гибридов и линий томата с желаемой комбинацией генов. Применение данных методов позволяет проводить целенаправленный отбор интересующих селекционера генотипов, несущих желательные аллели, и при этом сокращать время на их создание. ДНК-анализ необходим на этапах подбора родительских линий, анализа расщепляющихся поколений F₂–F₃, контроля состояния материала при завершении работ. Микрогаметофитный отбор рекомендуется проводить в расщепляющихся поколениях F₂–F₃.

С использованием вышеуказанных методов выделена стерильная Линия-83 с маркерным признаком «картофельный лист» и комплексом генов устойчивости к болезням (*I-2*, *Ph-3*, *Tm-2²/tm-2*, *Cf-4*, *Cf-4A*). Отобраны фертильные крупноплодные линии томата, формирующие раннюю урожайность от 0,4 до 3,6 кг/м², товарную урожайность от 7,1 до 13,5 кг/м², общую урожайность от 7,7 до 14,2 кг/м² и массу плода от 72,9 до 260,6 г. Достигнут эффект пирамидирования 2-6 генов устойчивости к болезням (*I-2*, *Cf-5*, *Ph-3*, *Tm-2/Tm-2²*, *Cf-4*, *Cf-4A*).

ЛИТЕРАТУРА

1. Молекулярные технологии в селекции томата (*Solanum lycopersicom L.*) / А. В. Кильчевский [и др.] // Генетические основы селекции растений: в 4 т / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т генетики и цитологии НАН Беларуси; науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: Беларус. навука, 2008–2014. –Т. 4: Биотехнология в селекции растений. Геномика и генетическая инженерия. – 2014. – С. 290–345.
2. A co-dominant SCAR marker, *Mi23*, for detection of the *Mi-1.2* gene for resistance to root-knot nematode in tomato germplasm [Electronic resource] / В. Е. Garcia [et al.]. – Mode of access: www.plantpath.wisc.edu. – Date of access: 22.11.2012.
3. Kawchuk, L. M. Development of sequence characterized DNA markers linked to a dominant *Verticillium wilt* resistance gene in tomato / L. M. Kawchuk, J. Hachey, D. R. Lynch // Genome. – 1998. –Vol. 41. – P. 91–95.
4. Shuan-CanYu. A co-dominant molecular marker of *fusarium wilt* resistance gene *I-2* derived from gene sequence in tomato / Shuan-CanYu, ZOU Yan-Min1, Yan-Min // Hereditas (Beijing). – 2008. – Vol. 30, № 7. – P. 926–932.
5. Development of Molecular Markers Linked to *Cladosporium fulvum* Resistant Gene *Cf-6* in Tomato by RAPD and SSR Methods / A. Wang [et al.] // Hort Science. – 2007. – Vol. 42, № 1. – P. 11–15.
6. Molecular Markers Associated with *Ph-3* Gene Conferring Late Blight Resistance in Tomato / R. Dilip [et al.] // American Journal of Plant Sciences. – 2015. Vol. 6. – P. 2144–2150.
7. Molecular Markers for *Tm-2* Alleles of Tomato Mosaic Virus Resistance in Tomato / A. Shi [et al.] // American J. of Plant Sciences. – 2011. – Vol. 2, № 2. – P. 180–189.
8. Identification of molecular markers for *Sw-5* gene of *tomato spotted wilt* virus resistance / A. Shi [et al.] // Am. J. Biotechnol. Mol. Sci. – 2011. – Vol. 1, № 1. – P. 8–16.
9. Moose, S. P. Molecular plant breeding as the foundation for 21st century crop improvement / S. P. Moose, R. H. Mumm // Plant Physiol. – 2008. – V. 147. – P. 969–977.
10. Mulcahy, D. L. The Rise of the Angiosperms: a Genecological Factors / D. L. Mulcahy // Science. – 1979. –Vol. 206, № 4414. – P.20–23.
11. Hormaza, J. I. Gametophytic competition and selection / J. I. Hormaza, M. Herrero // Genetic control of self-incompatibility and reproductive development in flowering plants; eds.: E. G. Williams., A. E. Clarke, R. B. Knox. – Kluwer: Dordrecht, 1994. – P. 372–400.
12. Методические указания по гаметной селекции сельскохозяйственных растений (методология, результаты и перспективы) / Рос. акад. с.-х. наук, Мин-во промышленности науки и технологий РФ, ВНИИССОК; под. ред. акад. РАСХН В. Ф. Пивоварова. – М., 2001. – С. 75–79.
13. Пугачева, И. Г. Изучение зависимости между холодостойкостью спорофита и гаметофита у томата / И. Г. Пугачева, А. В. Кильчевский // Биологическая продуктивность растений и пути ее повышения: Сб. науч. тр. / БГСХА. – Горки, 1999. –С. 101–106.
14. Микрогаметофитный отбор у томата как инструмент повышения устойчивости к абиотическим (низкие положительные температуры) и биотическим (фузариозное увядание, кладоспориоз) стрессам / И. Е. Зайцева [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2018. – №3 (118). – С.8–12.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ФОСФОРНОГО ПИТАНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЧЕЧЕВИЦЫ РАЗНОВИДНОСТЕЙ СОРТА «ВЕХОВСКАЯ»

Б. Ж. ЖАНЗАКОВ, В. Г. ЧЕРНЕНКО

КАТУ им. С. Сейфуллина
г. Нур-Султан, Республика Казахстан, 010011

Т. Ф. ПЕРСИКОВА

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 15.04.2021)

Исследования проводились в 2019–2020 гг. в сухостепной зоне Северного Казахстана на темно-каштановых карбонатных легкоглинистых почвах с содержанием гумуса – 2,93–2,95 %, азота нитратов – 5,7–10,0 мг/кг, подвижного фосфора – 12,9–15,3 мг/кг, калия более 800 мг/кг, Ca+Mg 22–25 мг экв/100 г почвы, pH более 8,0. В статье приведены результаты исследований по изучению условий выращивания и влияния фосфорных удобрений на урожайность и качество чечевицы районированного сорта «Веховская» разновидностей: зеленая и красная. Удобрения внесены в дозах от 60 до 180 кг/га д.в. с шагом 30 кг в слой почвы 14–16 см, что увеличивало содержание подвижного фосфора с 12,9 до 33,5 мг/кг почвы в слое 0–20 см. Удобрения вносились в форме аммофоса с содержанием 10–11 % азота, что увеличило и содержание азота нитратов с 8,3 до 12,3 мг/кг почвы в слое 0–40 см (диагностируемый слой почвы). Каждые 30 кг д.в./га удобрений повышали содержание N-NO₃ в слое 0–40 см на 0,8 мг/кг почв. Удобрения не оказали влияния на содержание калия. Годы исследований контрастно отличались по гидротермическому режиму. 2019 с/х год был экстремально засушливым, выпало 209 мм (при норме 326 мм). 2020 с/х год был очень благоприятным – 320 мм осадков, благоприятный температурный фон. Внесенные удобрения повышали содержание фосфора с 12,9 до 21,7–28,0 мг/кг и урожайность «Веховской зеленой» на 43 %, «Веховской красной» на 70 % и улучшали качество семян. Определен уровень содержания P₂O₅ в почве при котором формировалась максимальная продуктивность обеих разновидностей. Выявлены биологические особенности разновидностей и по совокупности агротехнических и экономических показателей дана оценка перспективности их возделывания. «Веховская зеленая» менее отзывчива на фосфорные удобрения, но обладает более высоким биологическим потенциалом и более перспективна для возделывания.

Ключевые слова: чечевица, климатические условия, минеральное питание, продуктивность, удобрения.

The studies were carried out in 2019–2020 in the dry steppe zone of Northern Kazakhstan on dark chestnut calcareous light clay soils with the content of humus of 2.93–2.95 %, nitrogen nitrates – 5.7–10.0 mg / kg, mobile phosphorus – 12.9–15.3 mg / kg, potassium – more than 800 mg / kg, Ca + Mg – 22–25 mg equiv / 100 g of soil, pH – more than 8.0. The article presents results of research into the growing conditions and influence of phosphorus fertilizers on the yield and quality of lentils of the zoned variety «Vekhovskaia» of green and red types. Fertilizers were applied in doses from 60 to 180 kg / ha with a step of 30 kg into a soil layer of 14–16 cm, which increased the content of mobile phosphorus from 12.9 to 33.5 mg / kg of soil in a layer of 0–20 cm. Fertilizers were applied in the form of ammophos with a content of nitrogen of 10–11 %, which also increased the content of nitrate nitrogen from 8.3 to 12.3 mg / kg of soil in the 0–40 cm layer (diagnosed soil layer). Each 30 kg of acting agent / ha of fertilizers increased the content of N-NO₃ in the 0–40 cm layer by 0.8 mg / kg of soil. Fertilizers had no effect on potassium content. The years of research were contrastingly different in terms of the hydrothermal regime. The 2019 agricultural year was extremely dry, with the level of precipitation of 209 mm (at a normal rate of 326 mm). 2020 agricultural year was very favorable – 320 mm of precipitation, favorable temperature background. The applied fertilizers increased the phosphorus content from 12.9 to 21.7–28.0 mg / kg, the yield of «Vekhovskaia Green» variety – by 43 %, «Vekhovskaia Red» – by 70 %, and improved the quality of seeds. The level of P₂O₅ content in the soil was determined at which the maximum productivity of both variety types was formed. The biological characteristics of the variety types have been identified and, based on the aggregate of agrotechnical and economic indicators, an assessment has been made of the prospects of their cultivation. «Vekhovskaia Green» is less responsive to phosphorus fertilizers, but it has a higher biological potential and is more promising for cultivation.

Key words: lentils, climatic conditions, mineral nutrition, productivity, fertilizers.

Введение

Северный Казахстан находится в зоне рискованного земледелия, с характерным малым количеством атмосферных осадков, продолжительным засушливым периодом. Экстенсивное земледелие в сложных климатических условиях, с монополией в структуре посевных площадей яровой пшеницы не обеспечивает стабильный рост сельскохозяйственного производства. Диверсификация зернового производства стала жизненно необходима. С 2013 года начали расширяться посевы зернобобовых культур и возделываться новые востребованные на мировом рынке культуры, такие как чечевица. Известно, что чечевица – растение длинного дня. Она требовательна к теплу. Для нормального развития ей необходима сумма активных температур от 1350 до 1900 °С, среднесуточная температура 17–20 °С. Более высокие температуры негативно сказываются на массе 1000 семян и урожайности в целом [1].

Чечевица требовательна к влаге, особенно в период набухания и прорастания семян. Далее потребность во влаге снижается. Но для получения высоких урожаев семян чечевице необходимо 140–220 мм осадков за вегетационный период. Ю. И. Коноплевым установлено наличие зависимости между количеством выпавших осадков и темпами роста и развития растений чечевицы (коэффициент корреляции $r = 0,596-0,850$) [2].

Урожайность чечевицы обусловлена генетическими особенностями каждого конкретного сорта и внешними условиями среды. М. М. Майоровой выявлена степень влияния различных факторов на урожайность чечевицы: условия года – 69,8 %; особенности сорта – 19 %; случайные факторы и взаимодействие сортов и условий года – 11,2 % [3].

По сравнению с другими зернобобовыми культурами чечевица предъявляет повышенные требования к плодородию почвы [4].

Исследования А. Н. Есаулко и Д. Е. Галды показали положительное влияние фосфорных удобрений на содержание фосфора в почве и урожайность чечевицы. От внесения доз $P_{40}K_{30}$ и $N_{25}P_{45}K_{18}$ (рассчитана на планируемую урожайность 20 ц/га по методике В. В. Агеева) содержание фосфора увеличилось с 26,5 до 30,0 мг/кг почвы. При этом сорт «Веховская зеленая» показал хорошую урожайность при 30 мг/кг – 20,5 ц/га [5].

И. С. Кузнецов на выщелоченных черноземах также отметил положительное действие фосфорных удобрений в дозе P_{60} и $P_{60}K_{60}$. На данных фонах была лучшая урожайность за 3 года (2001–2003 гг.) 24,9 и 25,1 ц/га и качество 25 % белка [6].

Для Казахстана чечевица – это относительно новая культура, требующая изучения индивидуальных особенностей и чувствительности к различным факторам внешней среды. В северных регионах начала возделываться с 2013 года. В 2017 г. посевная площадь чечевицы составила – 295 тыс. га [7].

В Северном Казахстане первые годы основное внимание уделялось агротехническим вопросам – срокам посева, нормам высева [8], технологии возделывания и сортам [9]. Вопросам питания и отзывчивости чечевицы на удобрения не уделялось должного внимания.

В Северном Казахстане при относительно благоприятных физико-химических свойствах почв основным лимитирующим урожайность фактором, кроме влажности, является острый дефицит подвижного фосфора в почве, а на фоне фосфора обостряется и дефицит азота.

Цель исследований заключалась в установлении влияния условия фосфорного питания и фосфорных удобрений на урожайность и качество чечевицы первого районированного сорта «Веховская».

Основная часть

Исследования проводились в 2019–2020 гг. в сухостепной зоне Северного Казахстана на базе агрофирмы «Актык» Акмолинской области. Почва – темно-каштановая карбонатная легко глинистая с содержанием общего гумуса 2,93–2,95 %, валового азота 0,17 %, фосфора 0,15 %, подвижного калия более 80 мг/100 г почвы, рН слабощелочная (8,08–8,12).

Опыты закладывались по 6-вариантной схеме в 3-кратной повторности с набором различных доз удобрений.

1. О; 2. P_{60} ; 3. P_{90} ; 4. P_{120} ; 5. P_{150} ; 6. P_{180} ;

Площадь делянки 52,5 м². Удобрения (в виде аммофоса с 46 % P_2O_5 , 10–11 % N) вносились осенью сеялкой СЗС-2,1 на глубину 12–14 см по обработанной зяби. Чечевица высевалась из расчета 2,2 млн всхожих семян/га во второй половине мая сеялкой СЗС-2,1 на глубину 5–7 см.

В опытах по определению важнейших агрохимических свойств почвы и влияния на них удобрений, изучались влажность почвы, содержание и динамика элементов питания в метровом профиле через каждые 20 см, а по удобренным вариантам на глубину 0–20 и 20–40 см из 5 точек на делянке.

В отобранных образцах определялась влажность почвы весовым методом (ГОСТ 28268-89), нитратный азот на нитрат-анализаторе 150.1 МИ, подвижный фосфор и обменный калий из одной вытяжки по Мачигину (ГОСТ 26205-91).

В процессе вегетации отбирались растительные образцы со всех вариантов по 50 растений чечевицы с делянки проходом по диагонали из 10 точек для определения накопления сухого вещества и химического состава растений по фазам развития.

Учет урожая проводился снопами в 6-кратной повторности, с последующим обмолотом в колосовой молотилке LD 180. Математическая обработка проведена по Доспехову [10]. Экономическая эффективность применения фосфорных удобрений рассчитывалась по П. Ф. Меншикову [11].

Годы исследований по гидротермическим условиям были разные.

2018/2019 сельскохозяйственный год крайне засушливый, выпало всего 209 мм осадков, что ниже уровня средних многолетних на 116,8 мм. Из них основное количество выпало в осенне–зимне–весенний период – 152,3 мм. За вегетационный период 2019 года – май–август месяцы выпало всего 57 мм, что составляет 30 % от нормы. Но и эти осадки распределились крайне неравномерно. 67 % выпало в июне месяце (38 мм). За июль–август выпало всего 15 мм. Июль–август были крайне засушливыми.

За 2019–2020 сельскохозяйственный год выпало 320 мм, что в пределах нормы, из них за осенне–весенний период (сентябрь–март) – 141,6 мм. Очень влажным был апрель – выпало 1,5 нормы. Май сложился экстремально засушливым. За месяц выпало всего 3,2 мм в условиях, когда температурный фон в полтора раза превышал норму – 19 °С при норме 12,5 °С. Но майскую засуху растения перенесли нормально за счет, хорошего запаса влаги, созданного в предшествующий период. В июне месяце осадки превысили многолетнюю норму на 26,8 мм, а в июле их было в пределах нормы, а в августе незначительно ниже. В целом ситуация с гидротермическим режимом в 2020 году складывалась благоприятно для формирования урожая чечевицы.

От количества осадков, их распределения и температурного фона зависело содержание и динамика продуктивной влаги в почве.

В условиях 2019 года за счет осенне–зимне–весенних осадков обеспечился высокий запас продуктивной влаги весной (168 мм) в метровом профиле. Но уже в период посева содержание ее снизилось до 148 мм, в основном, за счет снижения в слое 0–20 см с 37 до 27,3 мм. При отсутствии летних осадков этот процесс продолжался в течение всей вегетации. И уже к фазе цветения содержание продуктивной влаги снизилось не только в пахотном, но и в подпахотном горизонтах, с 37 мм до 2,4 мм в слое 0–20 и 6,9 мм в слое 20–40 см, т.е. практически запас продуктивной влаги приблизился к нулю. Доступной влаги для растений не было. В этих условиях растения не могли продолжать развиваться.

В 2020 году до посева содержание продуктивной влаги в метровом профиле было высоким (164 мм), но к моменту посева существенно снизилось (117 мм). Потеря влаги связана с предпосевной обработкой почв и высоким температурным фоном, за счет чего усиленно испарялась влага. Обильные осадки июня–июля месяца повысили содержание влаги до 162,3 мм в фазу ветвления. К фазе цветения снижение запасов влаги было незначительным – до 143,6 мм, т.е. весь период вегетации влага не лимитировала урожайность. Но для формирования высоких урожаев нужна не только влага, но и пища.

В годы исследования содержание азота на контрольном фоне было на среднем уровне – 8,3–8,8 мг/кг в слое 0–40 см [12], на удобренных фонах достигло 12,1–12,3 мг/кг, табл. 1. Это оптимальный уровень для большинства культур.

Таблица 1. Содержание элементов питания под посевами чечевицы, мг/кг

| Фон | 2019 | | | 2020 | | |
|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | N-NO ₃ | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N-NO ₃ | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| О | 8,8 | 12,9 | 978 | 8,3 | 15,3 | 824 |
| P ₆₀ | 8,7 | 17,9 | 963 | 9,7 | 21,5 | 814 |
| P ₉₀ | 10,1 | 19,5 | 986 | 10,7 | 25,2 | 818 |
| P ₁₂₀ | 11,0 | 21,7 | 945 | 11,2 | 28,1 | 830 |
| P ₁₅₀ | 11,4 | 25,4 | 939 | 11,5 | 31,1 | 844 |
| P ₁₈₀ | 12,3 | 32,0 | 931 | 12,1 | 33,5 | 866 |

Обеспеченность почв фосфором была на низком уровне – 12–15 мг/кг почвы в слое 0–20 см [12]. От внесения фосфорных удобрений его содержание повысилось до 32,0 мг/кг и 33,5 мг/кг.

Содержание калия было на очень высоком уровне – 800–900 мг/кг в слое 0–20 см. На его содержание внесение удобрений не повлияло.

В 2019 году между зеленой и красной чечевицей наблюдалась существенная разница в развитии, что отражалось в накоплении биомассы. «Веховская зеленая» отличалась большим (на 30 %) накоплением биомассы в сравнении с «Веховской красной».

В 2020 году в фазе ветвления содержание биомассы по разновидностям чечевицы было на одинаковом уровне, но к фазе цветения «Веховская зеленая» опередила «Веховскую красную». На контрольном фоне разница между разновидностями достигала 24 %, а по фосфорным фонам – 19 %.

Гидротермические условия сыграли основную роль в формировании продуктивности чечевицы, табл. 2. В острозасушливом 2019 году «Веховская зеленая» на контроле сформировала урожайность лишь 3,8 ц/га, а красная – 4,3 ц/га, на 13 % больше, что указывает на более высокую засухоустойчи-

ность. Максимальная прибавка от фосфорных удобрений составила 18–21 %, что говорит о положительном действии фосфорных удобрений даже в экстремально засушливый год.

Таблица 2. Влияние удобрений на продуктивность сортов чечевицы, ц/га

| Внесено кг д.в./га | 2019 год | | | | | | 2020 год | | | | | |
|--------------------|-------------------|----------------------|-----|-------------------|----------------------|-----|-------------------|----------------------|-----|-------------------|----------------------|-----|
| | Веховская зеленая | | | Веховская красная | | | Веховская зеленая | | | Веховская красная | | |
| | урожайность, ц/га | прибавка к «О», ц/га | % | урожайность, ц/га | прибавка к «О», ц/га | % | урожайность, ц/га | прибавка к «О», ц/га | % | урожайность, ц/га | прибавка к «О», ц/га | % |
| О | 3,8 | – | 100 | 4,3 | – | 100 | 19,9 | | 100 | 16,2 | – | 100 |
| P ₆₀ | 4,1 | 0,3 | 108 | 4,9 | 0,6 | 114 | 23,1 | 3,2 | 116 | 22,2 | 6,0 | 137 |
| P ₉₀ | 4,2 | 0,4 | 111 | 5,2 | 0,9 | 121 | 25,3 | 5,4 | 127 | 25,3 | 9,1 | 156 |
| P ₁₂₀ | 4,5 | 0,7 | 118 | 4,2 | -0,1 | 98 | 28,4 | 8,5 | 143 | 27,5 | 11,3 | 170 |
| P ₁₅₀ | 4,3 | 0,5 | 113 | 3,7 | -0,6 | 86 | 27,5 | 7,6 | 138 | 23,6 | 7,4 | 146 |
| P ₁₈₀ | 4,0 | 0,2 | 105 | 3,3 | -1,0 | 78 | 26,6 | 6,7 | 134 | 21,3 | 5,1 | 131 |
| среднее | 4,2 | 0,4 | | 4,3 | -0,2 | | 25,1 | 6,3 | | 22,7 | 7,3 | |
| НСР 0,95 | | 0,31 | | 0,48 | | | | 1,08 | | | 1,21 | |
| m, % | | 0,15 | | 0,23 | | | | 1,36 | | | 1,57 | |

В благоприятном 2020 году урожайность в 5–6 раз была выше, чем в острозасушливом 2019 году. Урожайность на естественном фоне составила у «Веховской зеленой» – 19,9 ц/га, а «Веховской красной» – 16,2 ц/га. Разница составила 3,7 ц/га, или 19 %.

Разновидности сорта также по-разному реагировали на фосфорные удобрения. «Веховская зеленая» продуктивность повысила на 43 %, а красная на 70 %, с разницей 27 %. Фосфорные удобрения сокращали разницу. Самую высокую урожайность обе разновидности сформировали на фоне P₁₂₀ с содержанием фосфора 28,1 мг/кг: «Веховская зеленая» – 28,4 ц/га, «Веховская красная» – 27,5 ц/га. Дальнейшее увеличение доз фосфорных удобрений снижало продуктивность.

Как видно, «Веховская красная» оказалась более отзывчива на фосфорные удобрения. По фону P₁₂₀ «Веховская красная» прибавила 11,3 ц/га или 70 %, а «Веховская зеленая» 8,5 ц/га или 43 %.

Между содержанием подвижного фосфора в почве и урожайностью была установлена высокая количественная взаимосвязь и корреляция (R=0,95) и по «Веховской зеленой» и по «Веховской красной». Самая высокая урожайность формировалась на фоне – 28 мг P₂O₅/кг почвы. На более высоких фонах продуктивность снижалась. Это указывает на то, что 28 мг P₂O₅/кг почвы является оптимальным для обеих разновидностей. Это позволяет, используя формулу оптимизации:

Черненко В. Г. [12]: $D_{P \text{ кг д.в./га}} = (P_{\text{опт.}} - P_{\text{фкт.}}) * 10,$

Для чечевицы будет: $D_{P \text{ кг д.в./га}} = (28 - P_{\text{фкт.}}) * 10,$

где, P_{факт} – исходное содержание P₂O₅ до внесения удобрений. Формула оптимизации позволяет определить дефицит фосфора в почве и дозу фосфорных удобрений для чечевицы сорта «Веховская».

Внесение фосфорных удобрений сказалось и на химическом составе и качестве семян, табл. 3.

Таблица 3. Влияние удобрений на химический состав и качество семян чечевицы, %

| Внесено, кг д.в./га | 2019 год | | | | | | | | 2020 год | | | | | | | |
|---------------------|-------------------|------|------|-------|-------------------|------|------|-------|-------------------|------|------|-------|-------------------|------|------|-------|
| | Веховская зеленая | | | | Веховская красная | | | | Веховская зеленая | | | | Веховская красная | | | |
| | N | P2O5 | K2O | белок | N | P2O5 | K2O | белок | N | P2O5 | K2O | белок | N | P2O5 | K2O | белок |
| О | 3,31 | 1,79 | 2,74 | 18,5 | 2,74 | 1,21 | 2,26 | 15,3 | 3,08 | 0,91 | 2,22 | 17,2 | 2,33 | 0,94 | 2,51 | 13,0 |
| P ₆₀ | 3,55 | 1,91 | 2,78 | 19,9 | 2,87 | 1,29 | 2,23 | 16,1 | 3,12 | 0,95 | 2,25 | 17,5 | 2,48 | 1,10 | 2,52 | 13,9 |
| P ₉₀ | 3,64 | 1,99 | 2,75 | 20,4 | 2,90 | 1,31 | 2,32 | 17,0 | 3,14 | 0,97 | 2,31 | 17,6 | 2,64 | 1,16 | 2,55 | 14,8 |
| P ₁₂₀ | 3,60 | 2,25 | 2,66 | 20,2 | 2,89 | 1,35 | 2,19 | 19,3 | 3,19 | 1,02 | 2,42 | 17,9 | 2,61 | 1,22 | 2,54 | 14,6 |
| P ₁₅₀ | 3,45 | 1,98 | 2,59 | 19,3 | 3,05 | 1,44 | 2,19 | 17,1 | 3,21 | 1,04 | 2,46 | 18,0 | 2,94 | 1,28 | 2,53 | 16,5 |
| P ₁₈₀ | 3,43 | 1,85 | 2,70 | 19,2 | 2,94 | 1,42 | 2,26 | 16,5 | 3,27 | 1,07 | 2,43 | 18,3 | 3,01 | 1,33 | 2,59 | 16,9 |
| сред | 3,50 | 1,96 | 2,70 | 19,6 | 2,90 | 1,34 | 2,24 | 16,9 | 3,17 | 0,99 | 2,35 | 17,8 | 2,67 | 1,17 | 2,54 | 15,0 |

Химический состав семян чечевицы определялся тремя факторами: биологическими особенностями разновидности, уровнем фосфорного питания и климатическим фактором.

Содержание азота повышалось с повышением доз фосфора до 90 кг д.в./га и удерживалось на этом уровне и по P₁₂₀. В 2019 г. у «Веховской зеленой» азот повышался с 3,31 до 3,64 %, у «Веховской красной» с 2,74 до 3,05 %. В 2020 г. у зеленой чечевицы с 3,08 до 3,27 %, а у красной с 2,33 до 3,01 %.

Содержание фосфора повышалось в 2019 г. у «Веховской зеленой» с 1,79 до 2,25%, у «Веховской красной» с 1,21 до 1,44 %, а в 2020 г. с 0,91 до 1,07 % и с 0,94 до 1,33 % соответственно.

Содержание калия в семенах в 2019 г. было у «Веховской зеленой» 2,59–2,78 %, у «Веховской красной» 2,19–2,32 %, а в 2020 г. у зеленой 2,22–2,46 %, у красной 2,51–2,59 %.

Наибольшая концентрация всех элементов питания наблюдалась в острозасушливом 2019 г., особенно азота. Это связано с тем, что накопившийся азот в 2020 году распределялся на большую биомассу, а в 2019 г. биомасса была почти в 5 раз ниже. Для сохранения той же концентрации в 2020 г. требовалось больше в почве азота, а 8 мг/кг в почве было недостаточно. У «Веховской красной» концентрация азота в зерне значительно ниже, чем в «Веховской зеленой». Это и является особенностью этой разновидности.

Содержание азота в зерне повышалось с улучшением фосфорного питания и повышением его содержания в почве до 28 мг/кг по фону P_{120} . Дальнейшее увеличение вело к снижению концентрации азота, т. е. и здесь по тем же причинам, что и продуктивность, высокая концентрация почвенного раствора нарушала соотношение.

Эта же закономерность отмечалась и по содержанию фосфора. Наибольшая концентрация отмечена по «Веховской зеленой» в острозасушливом году. Содержание P на контроле «Веховской зеленой» – 1,79 %, а «Веховской красной» – 1,21 %, что на 32 % ниже. Максимальная концентрация отмечена по фону P_{120} у зеленой и P_{150} у красной чечевицы, это указывает на более высокие требования «Веховской красной» к фосфорному питанию. Фон P_{180} был избыточным. Та же закономерность отмечена и в 2020 г., но с менее существенной разницей по вариантам.

По калию ситуация, аналогична фосфору. Средние показатели калия в 2019 г. по «Веховской зеленой» – 2,70 %, по красной – 2,24 %. В 2020 г. 2,35 % и 2,54 % соответственно.

Содержание белка определялось уровнем содержания азота. С улучшением условий фосфорного питания повышалась урожайность и востребованность азота растениями и его накопление, что соответственно и повышает содержание белка. Самая высокая концентрация азота и содержание белка была на оптимальных фонах фосфора, обеспечивших и самую высокую урожайность. Наибольшее содержание белка было у «Веховской зеленой» 20,2–20,4 % в 2019 г. и 17,9–18,0 % в 2020 г. «Веховская красная» более чувствительна к дефициту фосфора в почве. Содержание белка на естественном фоне составляло всего 13 %, но оптимизация фосфорного питания не только повысила продуктивность на 70 %, но и содержание белка на 3,9 % в то время как «Веховская зеленая» всего на 1,9 % в острозасушливом 2019 г. и всего на 0,8 % в благоприятный 2020 г. Это еще более подчеркивает биологические особенности разновидностей.

Заключение

Исследования, проведенные в 2019–2020 гг. на темно-каштановых карбонатных, легкоглинистых почвах сухостепной зоны Северного Казахстана показали, что разновидности сорта существенно различаются по биологическим и генетическим особенностям и по-разному отзываются на условия фосфорного питания.

Сорт «Веховская красная» более чувствителен к дефициту фосфора в почве и при его недостатке формируют значительно более низкий урожай – разница по опыту составила 3,3 ц/га, но более отзывчива на фосфорные удобрения. Прирост урожая составил на оптимальных фонах до 70 % к контролю, в то время как «Веховская зеленая» всего 43 % к контролю. Но «Веховская зеленая», на естественном фоне без внесения удобрений формировала урожай на 3,7 ц выше, чем «Веховская красная», т.е. за счет ее биологического потенциала без дополнительных затрат, а это по расчетам экономической эффективности – 48,1 тыс. тг. Отличались разновидности и по химическому составу.

Впервые установленный для сорта и его разновидностей оптимальный уровень содержания подвижного фосфора в почве на фоне которого формировался максимальный урожай – 28 мг P_2O_5 /кг, позволяет для определения дозы внесения удобрений использовать формулу оптимизации:

$$\text{Черненко В. Г. [12]:} \quad D_{P \text{ кг.д.в./га}} = (P_{\text{опт.}} - P_{\text{фкт.}}) * 10,$$

$$\text{Для чечевицы будет:} \quad D_{P \text{ кг.д.в./га}} = (28 - P_{\text{фкт.}}) * 10,$$

где, $P_{\text{факт}}$ – исходное содержание P_2O_5 до внесения удобрений, мг/кг почвы.

При оптимизации фосфорного питания продуктивность Веховской зеленой и красной вышла на один уровень 28,4 ц/га «Веховская зеленая» и 27,5 ц/га «Веховская красная». Но «Веховская красная» обеспечила 70 % продуктивности за счет удобрений, а «Веховская зеленая» всего 43 %, что на 27 % меньше, соответственно на 27 % и меньше затрат на удобрения.

Это делает «Веховскую зеленую» более перспективной и экономически более выгодной.

ЛИТЕРАТУРА

1. В а р л а х о в, М. Д. Особенности возделывания чечевицы в условиях среднерусской лесостепи / М. Д. Варлахов, А. И.-О. Алыев, В. В. Коломейченко // Аграрная наука. – 1998. – №5. – 19 с.

2. К о н о п л е в, Ю. И. Влияние биологических и агротехнических факторов на формирование продукционного процесса и повышение урожайности семян новых сортов чечевицы: автореф. дис. ... канд. сельскохозяйственных наук / Ю. И. Коноплев. – Орел, 2004. – 22 с.
3. М а й о р о в а, М. М. Изменчивость количественных признаков чечевицы / М. М. Майорова // Достижения и перспективы развития селекции и семеноводства хозяйственных культур. – Пенза, 1999. – С. 62 – 64.
4. Чечевица – ERVUM LENS [Электрон. ресурс]. – 2016. – URL: <http://ecosystema.ru/07referats/cultrast/016.htm>.
5. Е с а у л к о, А. Н. Влияние минеральных удобрений на агрохимические показатели чернозема и продуктивность чечевицы в условиях Ставропольского края / А. Н. Есаулко, Д. Е. Галда // Плодородие. – 2016 – № 6. – С. 21 – 23.
6. К у з н е ц о в, И. С. Продуктивность и качество чечевицы в зависимости от фона минерального питания / И. С. Кузнецов // Агро XXI – 2006. – №1 – 3. – С. 40 – 42.
7. А й т у г а н о в, К. К. Казахстан увеличит производство чечевицы и всё отправит на экспорт [Электрон. ресурс] / К. К. Айтуганов. – 2017. – URL: <https://informburo.kz/novosti/kazahstan-uvlichit-proizvodstvo-chechevicy-i-vsyo-otpravit-na-eksport.html>.
8. М у с ы н о в, К. М. Особенности технологии возделывания чечевицы в условиях Северного Казахстана / К. М. Мусынов, А. А. Кипшакбаева, Б. К. Аринов, Е. А. Утельбаев, Б. Б. Базарбаев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета – 2017. – 9 (155). – С. 14 – 18.
9. Г р и н е ц А. Чечевица в Северном Казахстане / А. Гринец // «Аграрный сектор» №3(33) сентябрь 2017. – С. 20 – 33.
10. Д о с п е х о в, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
11. Эффективность применения минеральных удобрений / Н. Ф. Меньшиков [и др.]. – М.: Колос, 1981. – 128 с.
12. Ч е р н е н о к, В. Г. Научные основы и практические приемы управления плодородием почв и продуктивностью культур в Северном Казахстане // В. Г. Черненко. – Астана: 2009. – 66 с.

НОВЫЙ СОРТ ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ БГСХА-2

В. И. БУШУЕВА, М. Н. АВРАМЕНКО, В. П. БАРДОВСКАЯ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 23.04.2021)

В статье показаны этапы внедрения галеги восточной в производство, значение ее как кормовой культуры для интенсификации кормопроизводства в Республике Беларусь. Изложена методика создания сорта галеги восточной, показаны результаты конкурсного и Государственного испытаний. Так, сорт БГСХА-2 создан методом поликросса высокопродуктивных и фенотипически однородных биотипов, отобранных из сортов популяций Нестерка, селекции УО БГСХА, Бимболат из НИИ горного и предгорного сельского хозяйства и Тюменский из НИИСХ Северного Зауралья.

По результатам конкурсного испытания урожайность сорта БГСХА-2 в среднем за три года составила: зеленой массы – 754,0 (+ 74,7 ц/га к контр.); абсолютно сухого вещества 128,5 ц/га (+17,6 ц/га к контр.); семян – 8,9 ц/га (+ 1,5 ц/га к контр.); содержание сухого вещества в зеленой массе – 17,0 % (+4,3% к контр.); содержание сырого протеина – 17,2 % (+ 1,5% к контр.); жира – 3,1 % (+0,3 % к контр.). Вегетационный период длился в зависимости от года испытания 89–109 дней и находился на уровне контроля. За период вегетации получено два укоса зеленой массы с высотой растений в первом 70–142 см, втором – 65–80 см. Период от начала весеннего отрастания до первого укоса составил 44–55, от первого до второго укоса 48–67 дней.

В Государственном испытании средняя урожайность сорта БГСХА-2 за три года государственного испытания составила: абсолютно сухого вещества 75,6 ц/га (+10,0 ц/га к контр.). Содержание сырого протеина – 18,5 %, жира – 3,34 %. Варьирование урожайности сухого вещества в зависимости от сортоиспытательной станции находилось в пределах от 51,8 до 103,8 ц/га. Самое высокое превышение над контролем получено на ГСХУ «Лепельская СС» (8,3 ц/га) и ГСХУ «Горельская СС» (11,7 ц/га).

На основании результатов Государственного сортоиспытания сорт БГСХА-2 включен в государственный реестр сортов Республики Беларусь, и с 2020 г. допущен к возделыванию в условиях производства на территории всей республики. Результаты патентной экспертизы показали, что сорт галеги восточной соответствует критериям отличности, однородности и стабильности.

Описаны морфологические признаки, дана хозяйственно-биологическая характеристика сорта и основные элементы технологии его возделывания.

Ключевые слова: галега, восточная, сорт, создание, испытание, урожайность, технология.

The article shows the stages of introduction of Galega orientalis into production, its importance as a fodder crop for the intensification of forage production in the Republic of Belarus. The method of creating a variety of Galega orientalis is presented, the results of competitive and State tests are shown. Thus, the BGSKhA-2 variety was created by the polycross method of highly productive and phenotypically homogeneous biotypes selected from the varieties of Nesterka populations in Belarusian State Agricultural Academy, Bimbolat from the Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture, and Tiimenskii from the Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Urals.

According to the results of competitive test, the yield of the BGSKhA-2 variety on average for three years was: green mass – 754.0 t / ha (+74.7 t / ha to the control); absolutely dry matter – 128.5 t / ha (+17.6 t / ha to the control); seeds – 8.9 t / ha (+0.15 t / ha to the control); dry matter content in green mass – 17.0 % (+4.3 % to the control); crude protein content – 17.2 % (+1.5 % to the control); fat – 3.1 % (+0.3 % to the control). The growing season lasted 89–109 days depending on the test year and was at the control level. During the growing season, two mows of green mass were obtained with a plant height of 70–142 cm in the first, 65–80 cm in the second. The period from the beginning of spring regrowth to the first mowing was 44–55, from the first to the second mowing – 48–67 days.

In the State test, the average yield of BGSKhA-2 variety during the three years of the test was: absolutely dry matter – 75.6 t / ha (+1.0 t / ha to the control). Crude protein content was 18.5 %, fat – 3.34 %. Variation in the yield of dry matter, depending on the variety testing station, ranged from 5.18 to 10.38 t / ha. The highest excess over control was obtained at state farms «Lepelskaia SS» (0.83 t / ha) and «Goretskaia SS» (1.17 t / ha).

Based on the results of State variety testing, the BGSKhA-2 variety is included in the state register of varieties of the Republic of Belarus, and since 2020 it has been approved for cultivation under production conditions throughout the republic. The results of patent examination showed that Galega orientalis variety meets the criteria of distinctness, uniformity and stability.

The morphological characteristics of the variety are described, the economic and biological characteristics and the main elements of its cultivation technology are given.

Key words: Galega orientalis, eastern, variety, creation, testing, productivity, technology.

Введение

Галега восточная (*Galega orientalis* Lam.) в переводе из греческого означает «молокогон» («гала» – молоко, «агенин» – действовать). Это многолетняя бобовая трава с уникальными кормовыми достоинствами. Как дикая популяция она широко произрастает на горных склонах Северного Кавказа и является излюбленным кормом горных козлов, за что и получила другое название козлятник восточный. Впервые в Беларуси о ней стало известно в период массовой интродукции новых видов растений, когда в 1931 г. опытные посевы галеги восточной были заложены в Ботаническом саду Белорусской сельскохозяйственной академии, где изучались ботаническая характеристика, биологические особенности культуры и ее целебные свойства. В этот же период на кафедре селекции и семеновод-

ства БСХА были заложены опыты по селекции культуры, изучению элементов технологии возделывания, ее кормовых качеств и поедаемости животными. Исследования, проводимые на посевах галеги восточной длительного произрастания на одном месте в конкретных условиях окружающей среды и под воздействием естественного отбора, позволили выделить наиболее жизнеспособные высокопродуктивные биотипы растений и на их основе сформировать адаптированную местную популяцию, которую к началу 60-х годов XX столетия начали возделывать в производственных условиях на песчаных и среднесуглинистых почвах колхозов и совхозов Горецкого района [1].

Этот период считается началом первого этапа внедрения культуры в производство не только в Беларуси, но и других республиках Советского Союза. Там, где соблюдалась технология возделывания культуры формировалась высокая урожайность травостоев на протяжении многих лет, что подтверждало высокую эффективность возделывания галеги восточной на кормовые цели и возможность получения более высокой по сравнению с клевером луговым и люцерной посевной урожайности семян. Урожайность зеленой массы при этом в среднем варьировала от 450,0 до 600,0 ц/га, а семян – от 2,0 до 6,0 ц/га [1, 2, 3, 4, 5]. Продолжительность хозяйственного использования или долголетие жизни галеги восточной в травостое во многом зависела от типа почвы и составила по данным производственного испытания в Горецком районе на песчаных почвах 10, а на среднесуглинистых – 20 лет и более [1].

Вместе с тем внедрение галеги восточной на этом этапе не привело к широкому распространению культуры в условиях производства и расширению площади ее посева. Причиной тому была недостаточная реклама культуры, несоблюдение специалистами отдельных и очень важных элементов технологии возделывания, таких как подбор почвы по механическому составу и рН в КС1, инокуляция семян специфичными штаммами клубеньковых бактерий и скарификация их перед посевом, уход за посевами в первый год жизни травостоя. Даже нарушение одного из названных элементов технологии часто приводило к гибели посевов. Кроме того, посевы галеги восточной в первый год жизни травостоя имели весьма неприглядный вид из-за угнетения сорной растительностью и в большинстве случаев неоправданно запахивались. Неоправданность запахивания в дальнейшем подтвердилась практическим опытом, так как оставшиеся в отдельных случаях по каким-то уважительным причинам участки без запахивания на следующий год формировали высокопродуктивную травостой, значительно подавляющий сорную растительность [1, 3, 5].

Поэтому научно-исследовательская работа с галеей восточной была продолжена. Проводилось дальнейшее всестороннее изучение биологических особенностей культуры, элементов технологии возделывания, разработка новых биопрепаратов для инокуляции семян и создание новых сортов.

По результатам исследований были изданы монографии, рекомендации по технологии возделывания. Для инокуляции семян в ГНУ Институт микробиологии НАН Беларуси были разработаны отечественные микробные препараты Вогал и Ризофос марки «Галега», налажено их производство [1].

Селекционная работа по созданию новых сортов проводилась в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» и в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». Уже в 2006 г. были созданы первые отечественные сорта этих учреждений Полесская и Нестерка, а в 2012г. – сорта Садружнасьць селекции РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» и Надежда, созданный в РНДУП «Полесский институт растениеводства», которые были включены в Государственный реестр сортов Республики Беларусь и допущены к возделыванию в условиях производства. Внедрение новых сортов в производство продолжилось уже на новом этапе [1, 4, 5, 6].

Следует отметить, что и на этом этапе темпы внедрения культуры в производство в Республике Беларусь незаслуженно низкие, а специалисты по-прежнему повторяют в технологии возделывания те же ошибки.

Неоспоримым и важным при этом является понимание производителями значимости галеги восточной для кормопроизводства и их заинтересованность в расширении площадей ее посева.

В связи с этим учеными продолжается научно-исследовательская работа по дальнейшему изучению технологических приемов возделывания, тесно связанных с особенностями биологии культуры. Продолжается и селекционная работа по созданию новых более высокоурожайных сортов и их технологии возделывания.

Так, в 2020 году в УО БГСХА создан новый сорт галеги восточной БГСХА-2, который включен в Государственный реестр и допущен к возделыванию в условиях производства по всей республике. Это первый сорт, который зарегистрирован в Государственном реестре охраняемых сортов растений Республики Беларусь [6].

Целью данной работы является показать методику создания сорта галеги восточной БГСХА-2, дать ему хозяйственно-биологическую характеристику и описать основные элементы технологии возделывания.

Основная часть

Селекционная работа по созданию сорта галеги восточной БГСХА-2 проводилась на опытном поле селекционно-генетической лаборатории кафедры селекции и генетики УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в 2007–2012 гг.

Почва опытных участков дерново-подзолистая, среднесуглинистая, подстилаемая с глубины 1,0 м мореным суглинком. Глубина пахотного слоя почвы составляет 17–22 см. Основные агрохимические свойства пахотного слоя: гумус (по И. В. Тюрину) – 1,7–1,9%; рН_{KCl} – 5,6–6,0; подвижные формы P₂O₅ и K₂O (по А. Т. Кирсанову) – соответственно 315–382 и 178–195 мг/кг.

Исходным материалом служили сорта-популяции различного селекционного и эколого-географического происхождения, в том числе созданные в УО БГСХА сорт Нестерка, сорта российской селекции Бимболат с Северного Кавказа из НИИ горного и предгорного сельского хозяйства, сорт Тюменский из НИИСХ Северного Зауралья и другие. Все изучаемые сорта-популяции тщательно анализировались по биотипическому составу. Для этого в питомниках изучения биотипического состава изучалось по 100 растений каждой популяции, высеянных семенами квадратно-гнездовым способом с площадью питания 60х60 см. Основной целью было выделение в пределах каждой изучаемой популяции наиболее высокопродуктивных биотипов, сочетающих в себе значимые хозяйственно полезные признаки и свойства и на их основе методом поликросса формировать новые популяционные сортообразцы, адаптированные к местным условиям. На основе проведенной работы нами было создано 13 сортообразцов, которые в дальнейшем прошли оценку в конкурсном испытании. Формирование новых сортообразцов осуществлялось на основе морфологически однородных биотипов как одной, так и нескольких популяций. Например, сортообразец БГСХА-2 был сформирован на основе высокопродуктивных и фенотипически однородных биотипов, отобранных из сортов популяций Тюменский, Нестерка и Бимболат, имеющих различное эколого-географическое происхождение.

Конкурсное сортоиспытание 13 созданных сортообразцов проводилось в 2010–2012 годах, где по сравнению с контрольным сортом Нестерка был выделен более высокоурожайный с комплексом хозяйственно полезных признаков и свойств сортообразец БГСХА-2 (табл.1).

Таблица 1. Результаты конкурсного испытания сортообразца БГСХА-2 по сравнению с контрольным сортом Нестерка (2010–2012 гг.)

| Показатель | БГСХА-2 | | | | Нестерка | | | | Отклонение от контроля | |
|--|---------|-------|-------|-----------------|----------|-------|-------|-----------------|------------------------|-------|
| | 2010 | 2011 | 2012 | ср. за три года | 2010 | 2011 | 2012 | ср. за три года | ± (в ед. измер.) | ± (%) |
| 1. Урожайность зеленой массы, ц/га: | | | | | | | | | | |
| <i>1-й укос</i> | 436 | 530 | 560 | 508,7 | 375 | 520 | 500 | 465,0 | +43,7 | +9,4 |
| <i>2-й укос</i> | 226 | 290 | 220 | 245,3 | 173 | 230 | 240 | 214,3 | +31,0 | +14,7 |
| <i>Сумма за год</i> | 662 | 820 | 780 | 754,0 | 548 | 750 | 740 | 679,3 | +74,7 | +11,0 |
| <i>НСР₀₅</i> | 23,8 | 34,8 | 27,0 | | 23,8 | 34,8 | 27,0 | | | |
| 2. Урожайность сена, ц/га: | | | | | | | | | | |
| <i>1-й укос</i> | 71,5 | 93,8 | 94,6 | 86,6 | 60,8 | 84,8 | 82,0 | 75,9 | +10,7 | +14,1 |
| <i>2-й укос</i> | 37,1 | 51,3 | 37,2 | 41,9 | 28,0 | 37,5 | 39,4 | 35,0 | +6,9 | +19,7 |
| <i>Сумма за год</i> | 108,6 | 145,1 | 131,8 | 128,5 | 88,8 | 122,3 | 121,4 | 110,8 | +17,6 | +15,9 |
| <i>НСР₀₅</i> | 6,7 | 9,1 | 7,9 | | 6,7 | 9,1 | 7,9 | | | |
| 3. Урожайность семян, ц/га | | | | | | | | | | |
| <i>НСР₀₅</i> | 0,5 | 0,9 | 0,3 | | 0,5 | 0,9 | 0,3 | | | |
| 4. Высота растений перед уборкой на сено, см: | | | | | | | | | | |
| <i>а) 1-го укоса</i> | 70 | 142 | 121 | 111,0 | 69 | 133 | 119 | 107,0 | +4,0 | +3,7 |
| <i>б) 2-го укоса</i> | 68 | 80 | 65 | 71,0 | 56 | 75 | 65 | 65,3 | +5,7 | +8,7 |
| 5. Высота растений перед уборкой на семена, см. | | | | | | | | | | |
| | 132 | 135 | 135 | 134,0 | 126 | 130 | 126 | 127,3 | +6,7 | +5,3 |
| 6. Вегетационный период при использовании на сено, дней: | | | | | | | | | | |
| <i>а) От начала вегетации до 1 укоса</i> | 44 | 55 | 54 | 51 | 44 | 55 | 54 | 51 | 0 | 0 |
| <i>б) От 1 укоса до 2-го укоса</i> | 53 | 48 | 67 | 56 | 53 | 48 | 67 | 56 | 0 | 0 |
| 7. Вегетационный период при возделывании на семена, дней | | | | | | | | | | |
| | 89 | 101 | 109 | 100 | 89 | 101 | 109 | 100 | 0 | 0 |
| 8. Облиственность, % | | | | | | | | | | |
| | 48,1 | 49,0 | 40,1 | 45,7 | 46,9 | 51,2 | 42,4 | 46,8 | -1,1 | -2,4 |
| 9. Содержание сухого вещества, % | | | | | | | | | | |
| | 16,4 | 17,7 | 16,9 | 17,0 | 16,2 | 16,3 | 16,4 | 16,3 | +0,7 | +4,3 |
| 10. Содержание сырого протеина, % | | | | | | | | | | |
| | 18,5 | 16,9 | 16,3 | 17,2 | 14,2 | 15,2 | 15,0 | 14,8 | +1,5 | +10,1 |
| 11. Клетчатка, % | | | | | | | | | | |
| | 23,6 | 25,0 | 24,1 | 24,2 | 26,1 | 27,5 | 28,7 | 27,4 | -3,2 | -11,7 |
| 12. Жир, % | | | | | | | | | | |
| | 3,0 | 2,9 | 3,34 | 3,1 | 2,9 | 2,4 | 2,96 | 2,8 | +0,3 | +10,7 |

По результатам конкурсного испытания средняя урожайность за три года составила: зеленой массы – 754,0 (+ 74,7 ц/га к контр.); абсолютно сухого вещества 128,5 ц/га (+17,6 ц/га к контр.); семян – 8,9 ц/га (+ 1,5 ц/га к контр.); содержание сухого вещества в зеленой массе – 17,0% (+4,3% к контр.); содержание сырого протеина – 17,2 % (+ 1,5 % к контр.); жира – 3,1 % (+0,3 % к контр.). Vegetационный период длился в зависимости от года испытания 89–109 дней и находился на уровне контроля. За период вегетации было получено два укоса зеленой массы. Период от начала вегетации до первого укоса составил 44–55 дней, от первого до второго укоса 48–67 дней. Высота растений первого укоса 70–142 см, второго – 65–80 см.

Высота растений перед уборкой на семена составила 134,0 см (+6,7см к контр.).

На основании результатов конкурсного сортоиспытания в 2013 г. сортообразец как сорт БГСХА-2 был передан в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» для испытания на хозяйственную полезность и патентоспособность. Если испытание на патентоспособность на двух сортоиспытательных станциях прошло успешно, то на хозяйственную полезность оно было безуспешным. Причиной тому оказалась гибель посевов на пяти из шести сортоиспытательных станций Республики Беларусь из-за сложившихся неблагоприятных условий перезимовки 2013–2014 и 2014–2015 гг. и в связи с критической засухой в весенне–летний период 2015 года.

Следует отметить, что и в Государственном испытании для объективной оценки сортов галеги восточной необходимо учитывать ее биологию и особенности роста и развития в первый год жизни травостоя. Известно, что даже при соблюдении требований по подготовке семян к посеву и получению дружных всходов в первый год жизни у растений галеги восточной в связи с долголетием жизни в травостое более интенсивно растет и формируется корневая система, а надземная часть развивается медленно по сравнению с неприхотливой сорной растительностью. Поэтому в год посева очень важно обеспечить всходам благоприятные условия для роста и развития и своевременно провести уход за посевами в борьбе с сорной растительностью. В таких условиях к концу вегетационного периода растения достигают фазы бутонизации, а отдельные экземпляры даже зацветают. Репродуктивные органы растений формируются на второй год жизни травостоя. Поэтому учеты и наблюдения необходимо проводить начиная со второго года жизни травостоя. Что касается дальнейшего роста и развития травостоя, то к третьему или четвертому году при благоприятных условиях его продукционный потенциал, как правило, достигает наиболее высоких показателей, которые сохраняются на протяжении многих последующих лет его эксплуатации.

Следует отметить, что показатели урожайности сорта БГСХА-2 в государственном испытании были значительно ниже, чем в конкурсном на опытном поле кафедры селекции и генетики УО БГСХА. Более того, на ГСХУ «Кобринская СС» посева галеги восточной всех изучаемых сортов после посева по неизвестным нам причинам не сохранились, а на ГСХУ «Несвижская СС» потенциал урожайности в посевах 2013 года уменьшался с каждым последующим годом. Можно предположить, что причиной тому послужило непроведение инокуляции семян перед посевом, в результате чего на корнях не происходило формирования клубеньков и симбиотическая фиксация азота из атмосферы, то есть не обеспечивалось симбиотрофное питание. Возможное внесение минерального азота обеспечивало переход растений галеги на автотрофное питание, которое в конечном итоге на второй и третий годы жизни приводило к массовой их гибели и, соответственно, снижению урожайности. В посевах 2014 года на второй год жизни травостой сохранился и в связи с засухой 2015 года сформировал очень низкую урожайность сухого вещества (25,0 ц/га), но при весьма благоприятных условиях 2016 года травостой в силу биологических особенностей культуры не только восстановился, но и сформировал урожайность сухого вещества почти в четыре раза выше (98,8ц/га).

Для достоверной оценки сорта галеги восточной БГСХА-2 решением ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» было повторно проведено Государственное испытание на хозяйственную полезность в опытах, заложенных в 2016 и 2017 годах. Контролем служил сорт Нестерка.

Анализ результатов государственного сортоиспытания показал, что урожайность сухого вещества значительно различалась по годам и сортоиспытательным станциям. Наиболее высокая урожайность была получена на ГСХУ «Лепельская СС», где проявилась характерная для галеги восточной закономерность роста урожайности с каждым последующим годом жизни травостоя. Так, в 2017 г. урожайность сухого вещества составила 59,8 ц/га, в 2018 – 106,0, а в 2019 г. она была максимальной по сорту за годы испытания – 153,0 ц/га (табл. 2).

Таблица 2. Результаты государственного испытания сорта галеги восточной БГСХА-2 в сравнении с контрольным сортом Нестерка

| Наименование сортоиспытательных станций | Урожайность сухого вещества, ц/га | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|-------|-------|-----------------|-------|---------------------------|------------------------|-------|
| | 2016 год посева | | | 2017 год посева | | Средняя урожайность, ц/га | Отклонение от контроля | |
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2018 | 2019 | | ц/га | % |
| ГСХУ «Лепельская СС» | 59,8 | 106,0 | 153,0 | 57,5 | 124,0 | 103,8 | 8,3 | 8,7 |
| ГСХУ «Мозырская СС» | 91,3 | 53,1 | 50,4 | 65,4 | 69,4 | 65,9 | -10,4 | -13,6 |
| ГСХУ «Жировичская СС» | 84,9 | 46,9 | 36,7 | 73,7 | 108,0 | 70,0 | 0,4 | 0,5 |
| ГСХУ «Горецкая СС» | 67,1 | 125,0 | 130,0 | 50,7 | 59,1 | 86,4 | 11,7 | 15,6 |
| ГСХУ «Несвижская СС» | 2013 год посева | | | 2014 год посева | | | | |
| | 2014 | 2015 | 2016 | 2015 | 2016 | | | |
| | 46,6 | 53,7 | 34,8 | 25,0 | 98,8 | 51,8 | 0,0 | 0,0 |
| Среднее | 69,9 | 76,9 | 81,0 | 54,5 | 91,9 | 75,6 | 10,0 | 11,2 |

Высокая урожайность получена и на ГСХУ «Горецкая СС», которая составила в 2017 г – 67,3 ц/га, в 2018 г. – 125,0 и 2019 г. – 130,0 ц/га.

Аналогичная закономерность роста урожайности по годам получена и на ГСХУ «Жировичская СС». При этом следует отметить, что в посевах 2017 года урожайность была значительно выше и составила в 2018 г. 73,7, а в 2019 г. – 108,0 ц/га. На ГСХУ «Мозырская СС» урожайность различалась по годам, причем на посевах, заложенных в 2016 г. отмечено снижение урожайности по годам, а в посевах 2017 г., наоборот увеличение. На ГСХУ «Несвижская СС» испытание проводилось на сохранившихся посевах, заложенных на первом этапе испытания в 2013 и 2014 годах. При этом самая высокая урожайность была получена в 2016 году и составила 98,8 ц/га.

В среднем за все годы испытания урожайность сухого вещества варьировала в зависимости от сортоиспытательной станции в пределах от 51,8 до 103,8 ц/га. Самое высокое превышение над контролем получено на ГСХУ «Лепельская СС» (8,3 ц/га) и ГСХУ «Горецкая СС» (11,7 ц/га).

Средняя урожайность абсолютно сухого вещества сорта БГСХА-2 за три года испытания составила 75,6 ц/га (+10,0 ц/га к контр.). Содержание сырого протеина – 18,5 %, жира – 3,34 %.

На основании результатов Государственного сортоиспытания сорт БГСХА-2 включен в государственный реестр сортов Республики Беларусь и с 2020 г. допущен к возделыванию в условиях производства на территории всей республики. Результаты патентной экспертизы показали, что сорт галеги восточной соответствует критериям отличимости, однородности и стабильности.

Сорт БГСХА-2 имеет диплоидный набор хромосом ($2n=16$), прямостоячий куст высотой 125–150 см. Стебли средней толщины, слабо опушенные с антоциановой окраской узлов. Среднее число междоузлий составляет 10 с амплитудой колебаний от 7 до 14 штук. Кустистость хорошая, при индивидуальных посадках куст разрастается и формирует 40 и более продуктивных стеблей. Окраска стебля темно-зеленая. Листья сложные, непарноперистые, состоят из 9–15 листочков. Окраска листьев темно-зеленая с пигментацией. Облиственность в первом узле достигает 60 %. Соцветие – прямостоячая кисть. На стебле формируется от 7 до 9 кистей длиной 20–25 см с 45–55 цветками. Цветки фиолетовой окраски. Боб линейный, слабоизогнутый, длиной 2–4 см. Имеет желто-коричневую окраску. В бобе формируется от 3 до 7 семян, встречаются отдельные бобы с 9 семенами. При созревании бобы не опадают и не растрескиваются. Масса 1000 семян 6–8 г, доля семян с трудно проницаемой для влаги оболочкой варьирует от 30 до 50 %. Семена оливковой окраски, почковидной формы.

Корень стержневой, проникает на глубину 50–80 см, хорошо развит и имеет большое количество боковых ответвлений, на которых формируется до 1500 клубеньков. Основная масса корней сосредоточена в пахотном слое почвы. От корневой шейки вырастает от 2 до 7 стеблей и до 18 отпрысков, представляющих собой типичное корневище. За счет корневых отпрысков и зимующих почек происходит возобновление растений. Благодаря такому типу размножения травостой сорта галеги восточной БГСХА-2 с годами интенсивно разрастается. В результате формируется мощный куст с большим количеством стеблей. В сплошном травостое на 1 м² насчитывается 400–500 стеблей.

С точки зрения хозяйственной значимости сорт БГСХА-2 обладает высоким продукционным потенциалом и долголетием жизни в травостое. Однажды сформированный травостой может использоваться на кормовые цели на протяжении 20 лет и более. Vegetационный период составляет 89–110 дней, благодаря чему его можно убрать на семена до начала массовой уборки зерновых, во второй-третьей декаде июля. При этом следует отметить, что травостой сорта БГСХА-2, как и все сорта галеги восточной, формирует разновозрастные побеги, которые следует обязательно учитывать при определении сроков уборки на семена. Уборку лучше начинать при созревании 90 % бобов на высо-

ком срезе без дефолиации, не допуская интенсивного отрастания в посевах молодой поросли. Оставшийся после уборки семян экологически чистый травостой с молодой порослью можно эффективно убирать на кормовые цели.

При использовании травостоя на зеленый корм за период вегетации можно получить два, а при достаточной обеспеченности влагой, при благоприятном температурном режиме и три укоса зеленой массы. Зеленая масса, полученная в третьем укосе, характеризуется высокой кормовой питательностью. Ее скашивание проводится, как правило, во второй декаде октября, когда ощущается дефицит растительных белковых кормов и ее использование может служить отличным резервом для повышения молочной продуктивности животных.

В сумме за три укоса в благоприятные по метеорологическим условиям годы и при строгом соблюдении технологии возделывания урожайность зеленой массы сорта БГСХА-2 может достигать 1000 ц/га и более.

Поэтому, чтобы сформировать выравненный и высокопродуктивный травостой сорта галеги восточной БГСХА-2 необходимо учитывать биологические особенности культуры и строго соблюдать основные технологические приемы возделывания, к которым относятся:

1. Правильный подбор поля, которое должно быть выровненным, без впадин, в них может застаиваться дождевая или талая вода, максимально очищенным от сорняков, иметь реакцию почвенного раствора пахотного горизонта, близкую к нейтральной, с рН в КС1 – 5,8–6,8. На кислых почвах растения медленно развиваются, на корнях угнетается образование клубеньков, возможна плохая перезимовка и даже гибель посевов. Уровень залегания грунтовых вод должен быть не менее 1,0–1,5 м.

2. Лучшими почвами являются дерново-подзолистые и дерново-карбонатные, развивающиеся на любых породах. Хорошо произрастает на осушенных мелиорированных торфяниках и пойменных землях. Почва должна быть окультуренной, чистой от сорняков, богатой органическим веществом и иметь достаточно глубокий пахотный слой. Не следует возделывать галегу на слабоокультуренных, тяжелосуглинистых, переувлажненных, песчаных, подстилаемых песками и заболоченных почвах.

3. Перед посевом необходимо провести скарификацию семян для повышения их всхожести.

4. Обязательным приемом является предпосевная инокуляция семян специфическими для галеги штаммами клубеньковых бактерий, которая играет исключительно важную роль. К сожалению, в производственных условиях этому приему не всегда уделялось и уделяется должное внимание. Часто посев проводят либо неинокулированными семенами, либо для инокуляции используют биопрепараты, предназначенные для люцерны, донника и других многолетних бобовых трав. В таких случаях на корнях галеги полностью исключается процесс образования клубеньков, растения при этом отстают в росте и развитии, приобретают светло-зеленую окраску и имеют угнетенный вид. Такие посевы чаще всего перепахиваются, так как расы клубеньковых бактерий других бобовых культур на корнях галеги не развиваются, а растения через два или три года полностью погибают. Поэтому инокуляцию семян необходимо проводить в обязательном порядке и только специфическим для нее биопрепаратами Вогал и Ризофос марки «Галега». Такие биопрепараты в настоящий период готовятся в ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси». Обработку семян необходимо проводить перед посевом в закрытом от солнечных лучей помещении. Норма расхода 200 мл на гектарную норму семян.

5. Следует помнить, что галега восточная в первый год жизни закладывает основы будущего урожая на много лет вперед за счет более интенсивного развития корневой системы, а надземная часть при этом развивается сравнительно медленно и посев сильно засоряется сорной растительностью. Поэтому не следует спешить с перепахиванием посевов при сильной засоренности. Если не удалось провести борьбу с сорняками химическими и агротехническими методами, необходимо подкосить цветущие сорняки на высоком срезе, не затрагивая при этом молодых растений галеги и разбросать их по полю или вывезти с поля. Весной на будущий год галега сама подавляет сорную растительность и формирует чистый от сорняков травостой.

6. Отрастание галеги восточной весной начинается на 10–14 дней позднее, чем у клевера и люцерны, поэтому не следует спешить перепахивать посевы, не убедившись в их жизнеспособности путем анализа корневой системы, где хорошо просматриваются белые корневые отпрыски. Появившиеся всходы, даже если они редкие, в дальнейшем за счет корневых отпрысков разрастаются и через два-три года превращаются в сплошной травостой.

7. Высокие потенциальные возможности сорта галеги восточной БГСХА-2 при внедрении его в сельскохозяйственное производство обеспечат в каждом хозяйстве повышение эффективности кор-

мопроизводства, плодородия почв и охраны окружающей среды при минимальных затратах материальных, энергетических и трудовых ресурсов.

Заключение

Сорт БГСХА-2 является результатом селекции УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». Сорт создан методом поликросса высокопродуктивных и фенотипически однородных биотипов, отобранных из сортов популяций Нестерка, селекции УО БГСХА, Бимболат из НИИ горного и предгорного сельского хозяйства и Тюменский из НИИСХ Северного Зауралья. По результатам конкурсного испытания урожайность сортообразца БГСХА-2 в среднем за три года составила: зеленой массы – 754,0 (+ 74,7 ц/га к контр.); абсолютно сухого вещества 128,5 ц/га (+17,6 ц/га к контр.); семян – 8,9 ц/га (+ 1,5 ц/га к контр.); содержание сухого вещества в зеленой массе – 17,0 % (+4,3 % к контр.); содержание сырого протеина – 17,2 % (+ 1,5 % к контр.); жира – 3,1 % (+0,3 % к контр.). Вегетационный период длился в зависимости от года испытания 89–109 дней и находился на уровне контроля. За период вегетации было получено два укоса зеленой массы. Период от начала вегетации до первого укоса составил 44–55 дней, от первого до второго укоса 48–67 дней. Высота растений первого укоса 70–142 см, второго – 65–80 см.

В государственном испытании средняя урожайность сорта БГСХА-2 за три года испытания составила: абсолютно сухого вещества 75,6 ц/га (+10,0 ц/га к контр.). Содержание сырого протеина – 18,5 %, жира – 3,34 %. Варьирование урожайности сухого вещества в зависимости от сортоиспытательной станции находилось в пределах от 51,8 до 103,8 ц/га. Самое высокое превышение над контролем получено на ГСХУ «Лепельская СС» (8,3 ц/га) и ГСХУ «Горецкая СС» (11,7 ц/га). На основании результатов Государственного сортоиспытания сорт БГСХА-2 включен в государственный реестр сортов Республики Беларусь, и с 2020 г. допущен к возделыванию в условиях производства на территории всей республики. Результаты патентной экспертизы показали, что сорт галеги восточной соответствует критериям отличимости, однородности и стабильности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бушуева, В. И. Галега восточная: монография / В. И. Бушуева, Г. И. Тарануха. – Минск: Экоперспектива, 2009. – 204 с.
2. Капустин, Н. К. Теоретические и экспериментальные обоснования новых технологий заготовки травяных кормов с использованием нетрадиционных кормовых культур: монография / Н. К. Капустин. – Минск: БелНИИЖ, 2001. – 253 с.
3. Кшникаткина, А. Н. Козлятник восточный: монография / А. Н. Кшникаткина. – Пенза: РИО ПГСХА. – Пенза, 2001. – 287 с.
4. Пикун, П. Т. Кормопроизводство: нетрадиционные культуры и пути их решения: монография / П. Т. Пикун, М. Ф. Пикун, Е. И. Чекель. – Витебск: УО «ВГАВМ», 2005. – 119 с.
5. Агробиологические особенности возделывания многолетних трав / П. Т. Пикун [и др.]; под общ. ред. П. Т. Пикун. – Минск: Беларус. наука, 2008. – 283 с.
6. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений; отв. ред. В. А. Бейня – Минск, 2020. – 280 с.

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 532.74; 53.098; 577.3; 53.082.64

АКТИВИЗАЦИЯ МАГНИТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДУ ПРИ ПЕРЕМЕШИВАНИИ

А. В. КЛОЧКОВ, О. Б. СОЛОМКО

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: olena_k@ tut.by

(Поступила в редакцию 19.02.2021)

Магнитные технологии имеют значительные перспективы применения в различных сферах сельского хозяйства. Наибольшую перспективу имеет применение омагниченной воды, используемой для полива, орошения, опрыскивания посевов при проведении химзащитных мероприятий. Многими исследованиями доказано заметное улучшение показателей воды после омагничивания и последующее положительное действие на растения. Однако для технической реализации подобных технологий необходимо оптимизировать процесс омагничивания воды с достижением максимального эффекта за возможно короткое время. Оценочным показателем изменения свойств воды при омагничивании может служить изменение электропроводности. При действии магнитов на неподвижную воду ее электропроводность изменяется незначительно, и более заметно в течение первых 2 часов. Материал сосудов и ориентация магнитных полюсов в это время не оказывают заметного влияния на изменение электропроводности. Перспективы имеет проведение активного перемешивания воды при одновременном воздействии магнитов. При этом поток воды пересекает магнитное поле, ему приходится проходить через участки разной напряженности и в этих условиях магнитное поле способно с максимальной активностью воздействовать на воду. Установлены варианты с повышением оценочного показателя снижения электропроводности воды в 2,7–2,8 раза. Для дальнейшей разработки конструкции магнитного активатора рекомендуется вариант использования спаренного двухроторного смесителя со встречным вращением и горизонтальным расположением магнитов.

Ключевые слова: магнетизм, омагничивание, электропроводность воды, магнитное поле, магнитная активация.

Magnetic technologies have significant application prospects in various fields of agriculture. The most promising is the use of magnetized water used for irrigation, sprinkling and spraying of crops during chemical protection measures. Many studies have shown a noticeable improvement in water performance after magnetization and a subsequent positive effect on plants. However, for the technical implementation of such technologies, it is necessary to optimize the process of water magnetization with the achievement of maximum effect in the shortest possible time. The change in electrical conductivity can serve as an estimate of the change in the properties of water during magnetization. When magnets act on stationary water, its electrical conductivity changes insignificantly, and more noticeably during the first 2 hours. The material of vessels and the orientation of magnetic poles at this time do not have a noticeable effect on the change in electrical conductivity. Promising method is the carrying out of active mixing of water with the simultaneous action of magnets. In this case, the flow of water crosses the magnetic field, it has to pass through areas of different intensity, and under these conditions the magnetic field is capable of influencing water with maximum activity. Variants with an increase in the estimated indicator of a decrease in the electrical conductivity of water by 2.7–2.8 times have been established. For further development of the design of magnetic activator, it is recommended to use a paired twin-rotor mixer with counter rotation and horizontal arrangement of magnets.

Key words: magnetism, magnetization, electrical conductivity of water, magnetic field, magnetic activation.

Введение

Проблеме действия на воду магнитных полей посвящено немало исследований, обзор которых можно найти в известных публикациях [1, 2]. Отмечается [3], что одной из гипотез, объясняющих действие магнитного поля на биологические объекты, является изменение свойств воды, входящей в их состав. Существует гипотеза процесса, в соответствии с которой магнитное поле влияет на структуру сетки водородных связей. Энергия межмолекулярных водородных связей сравнительно невелика, что приводит к постоянному изменению структуры связей. Отмечается, что для изменения водной системы необходима небольшая величина приложенной внешней энергии.

В работе [4] проведены измерения показателей преломления, электропроводности, кислотности, теплопередачи, глубины переохлаждения, тангенса диэлектрических потерь бидистиллированной воды и льда. При воздействии на воду переменного магнитного поля индукцией 90нТл в течение 10 минут и более все параметры изменяются. Изменение происходит только при частотах магнитного поля около 0,01–0,08 Гц. Эффект зависит от ориентации вектора переменного поля относительно вектора

геомагнитного поля. Устойчивые изменения структурных свойств воды наблюдались в работе [5] при исследовании люминесценции в ультрафиолетовой области спектра. В работе [6] сообщается о изменениях электропроводности воды при действии на нее магнитного поля с напряженностью на уровне геомагнитного поля. В работе [7] авторы сообщают об изменении проводимости более чем на 10 % при облучении воды переменным магнитным полем с частотой 4 Гц и величиной 2,5 мТл в течение 30 минут. К сожалению, авторы не приводят достаточно полного описания методики измерений и используемой аппаратуры.

В исследованиях, проведенных в МАИ [8], переменное магнитное поле создавалось однослойным соленоидом, намотанным на каркас прямоугольного сечения, размером 150 x 145 мм и длиной 350 мм. Низкочастотный генератор и усилитель позволяли создавать магнитное поле синусоидальной формы с частотой от 0 до 1000 Гц и индукцией от 0,3 до 7 мТл. Ось соленоида была ориентирована параллельно направлению север-юг. Измерительная часть установки состояла из двух идентичных кондуктометрических ячеек (датчиков), электронного измерителя электропроводности, аналого-цифрового преобразователя и ПК. С помощью водозлектрических датчиков было исследовано влияние низкочастотного магнитного поля малой интенсивности на воду. Частоты воздействия от 1 до 12 Гц, индукция магнитного поля составляла 0,35; 0,92 и 1,77 мТл. В результате исследования было выявлено, что воздействие наблюдается даже при слабых олях, начиная с частоты 4 Гц. Результаты однозначно свидетельствовали о влиянии магнитного поля на электропроводность воды при частоте магнитного поля 7–8 Гц. Увеличение индукции магнитного поля с 0,35 мТл до 0,92 мТл незначительно влияло на конечный результат. Увеличение напряженности поля до 1,77 мТл приводило к существенным количественным и качественным изменениям реакции воды.

Коллективом авторов КубГАУ [2] проведен обзор научных публикаций, посвященных влиянию магнитного поля на размеры и концентрацию кластеров воды. Эти структурные перестройки сопровождаются изменением физико-химических свойств водных систем. В слабом магнитном поле, не обладающей значительной энергией, изменяются проводимость и диэлектрическая проницаемость воды, а также коэффициент поверхностного натяжения. Установлено, что характеристики активированной магнитным полем воды могут сохраняться значительное время. В итоге обзора установлено, что благодаря межмолекулярным водородным связям, вода по своим свойствам отличается от других гидридов и имеет ассоциативную структуру [1]. Движущей силой кластерообразования является ориентация и поляризация дипольных молекул жидкости [9].

В настоящее время экспериментально установлено существование в воде гигантских гетерофазных кластеров воды (ГГКВ), имеющих размеры 3,5–30 мкм. ГГКВ – фрагменты воды с измененными свойствами – это «микрообъемы» воды, в образовании которых принимают участие изотопомеры Н₂O. ГГКВ содержат 1010–1013 молекул воды [10].

Накоплены экспериментальные данные, доказывающие эффективность применения магнитного поля при осуществлении различных физико-химических процессов. Зафиксированы изменения структурных, оптических, кинетических, магнитных свойств воды. Молекулы воды, их ассоциаты, гидратированные ионы совершают тепловые колебания. При воздействии на эту систему переменным магнитным полем возможен резонанс с определенной группой молекул (ассоциатов), сопровождаемый деформацией связи, изменением структурной характеристики системы [11].

Обработка магнитным полем (0,3 Тл) проточной высокоомной воды приводит к ее более плотной структурной упаковке [12]. Предполагается, что образование ассоциатов воды, упорядочение объемной трехмерной сетки водородных связей происходит за счет преимущественного образования более сильных водородных связей и упорядочения их трехмерной сетки.

Действие магнитного поля на поток воды может быть связано с влиянием поля на заряды. Экспериментальные исследования показали, что кластеры, содержащие 3–18 молекул воды, имеют большой дипольный момент, создавая вокруг электрическое поле [13]. В магнитном поле, под действием силы Лоренца, образуются пластинчатые домены ориентированных молекул воды, стабилизированные ионами, а непрочные соединения распадаются на мономолекулы (плоские слои диполей воды). Измерения функции распределения частиц показали наличие в воде без воздействия магнитного поля кластеров размерами 1,5–6,0 мкм (среднеарифметический радиус – 2,3 мкм). При воздействии постоянного магнитного поля среднеарифметический радиус составил 2,5 мкм [14]. Оценка трехмерной формы крупных кластеров воды проводилась методом полных индикатрис рассеяния лазерного излучения после воздействия магнитным полем, ориентирующим кластеры. Магнитное поле создавалось стержневыми магнитами, один из которых помещался торцом под кюветой, а другой опускался в кювету на нити (вертикальная ориентация моментов). Кювета облучалась лазерным диодом (0,65 мкм, < 1 мВт) и поворачивалась с дискретностью по углу 15° [15]. Движущаяся вода с дипольными структурами во внешнем магнитном поле подобна проводнику. Для получения эффекта активации необходимо либо проточное движение воды в постоянном магнитном поле, либо импульсное электромаг-

нитное поле. Для наложения эффекта необходимо увязывать скорость протока воды и частоту поля, иначе поле может не успевать образовывать кластерные структуры в воде [16, 17]. Исследования влияния магнитного поля на воду, протекающую (4 л/с) через область постоянного магнитного поля (105 А/м), показали, что рост времени релаксации связан с образованием тяжелых кластеров [18]. Действие постоянного магнитного поля (0,02–0,11 Гс) на электрическое сопротивление воды носит инерционный характер. Эффект воздействия постоянного магнита складывался с эффектом, продуцируемым магнитным полем Земли (0,59 Гс). Постоянный магнит помещался на расстоянии 4,5 см от центра диэлектрической цилиндрической ячейки с плоскими электродами (при постоянной разности потенциалов 1,5 В плотность тока равна 0,83 мкА/см). Сопротивление ячейки с дистиллированной водой увеличивалось до максимального значения после включения магнитного поля. При выключении поля сопротивление возвращается до первоначального значения. Магнитное поле увеличивало сопротивление ячейки с водой на 1 % за 20 мин. Время инерции составляло 5 мин [19].

Экспериментально исследовано влияние постоянного кольцевого магнита с индукцией 1,3 Тл на воду, расположенной внутри кольца. Расчетная величина векторного потенциала по оси кольца составляла не менее 10–4 Тл [20]. Выявлено увеличение оптической плотности в ультрафиолетовой области для деионизованной воды (18,2 МОм см) после 20-часового облучения магнитным полем. Исследования 0,9 % раствора NaCl показали значительный эффект после 20 мин облучения. Струю воды пропускали со скоростью 3–4 м/с через магнитное поле 0,2 Тл. В результате воздействия pH воды смещался в щелочную сторону, а растворимость газов O₂ и CO₂ уменьшались [21]. Действие переменным магнитным полем (25 мкТл, 8 Гц) показало увеличение критического количества мицеллообразования на 15–25 %. Разные соли приводят как к уменьшению, так и к увеличению эффекта [22].

Приведенный выше материал показывает актуальность дальнейших экспериментов по исследованию влияния магнитного поля на электропроводные свойства воды.

Основная часть

Магнитная обработка требует обязательного протекания воды через одно или несколько магнитных полей, на неподвижную воду магнитные поля действуют гораздо слабее. Поскольку обрабатываемая вода всегда обладает некоторой электропроводностью, то при ее перемещении в магнитных полях возбуждается небольшой электрический ток. Следовательно, точнее сказать, что имеет место не магнитная, а электромагнитная обработка водной системы [23]. Когда поток воды или суспензии пересекает магнитное поле, ему приходится проходить через участки разной напряженности. В этих условиях магнитное поле всегда неоднородно и его оценка по величине максимальной напряженности явно недостаточна. Поэтому встает задача оценки степени воздействия на воду магнитного поля при различной активности ее перемешивания.

На первом этапе исследовали изменение электропроводности воды при длительном воздействии постоянных ферритовых магнитов с максимальной индукцией 42–43 мТл и отсутствии существенных перемешиваний воды (рис. 1).

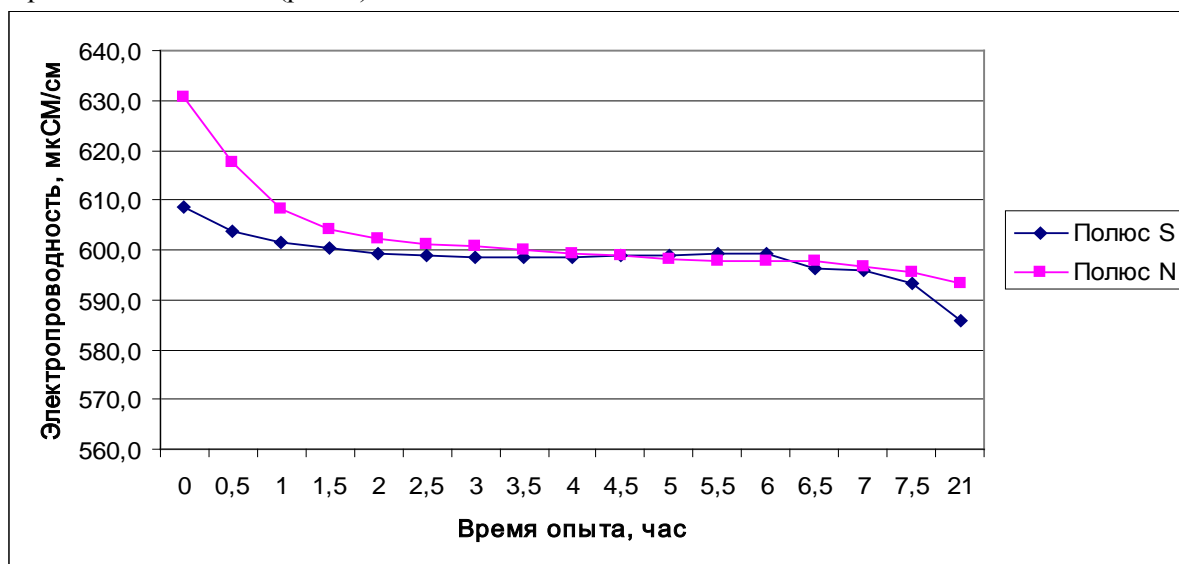


Рис. 1. Изменение электропроводности воды в состоянии относительного покоя за 21 час

За первые 2 часа наблюдений отмечалось снижение электропроводности на 9,8–29,4 мкСм/см, более значительное под действием полюса N. В дальнейшем длительное время наблюдаемый показатель электропроводности изменялся незначительно, и еще несколько снизился к концу наблюдений.

С учетом перспектив технической реализации процесса омагничивания и обеспечения производительности возможных устройств, длительное воздействие магнитного поля на воду не отвечает требованиям. Поэтому возникает задача активизации процесса магнитного воздействия и поиска способов интенсивного омагничивания воды за минимальное время.

На втором этапе исследований определяли влияние полярности постоянных ферритовых магнитов с максимальной индукцией 26–32 мТл и материала емкости с водой на изменение показателя электропроводности в течение первых 2 часов (рис. 2). Перемешивание жидкости производили только датчиком прибора МАРК-630 перед снятием показаний.

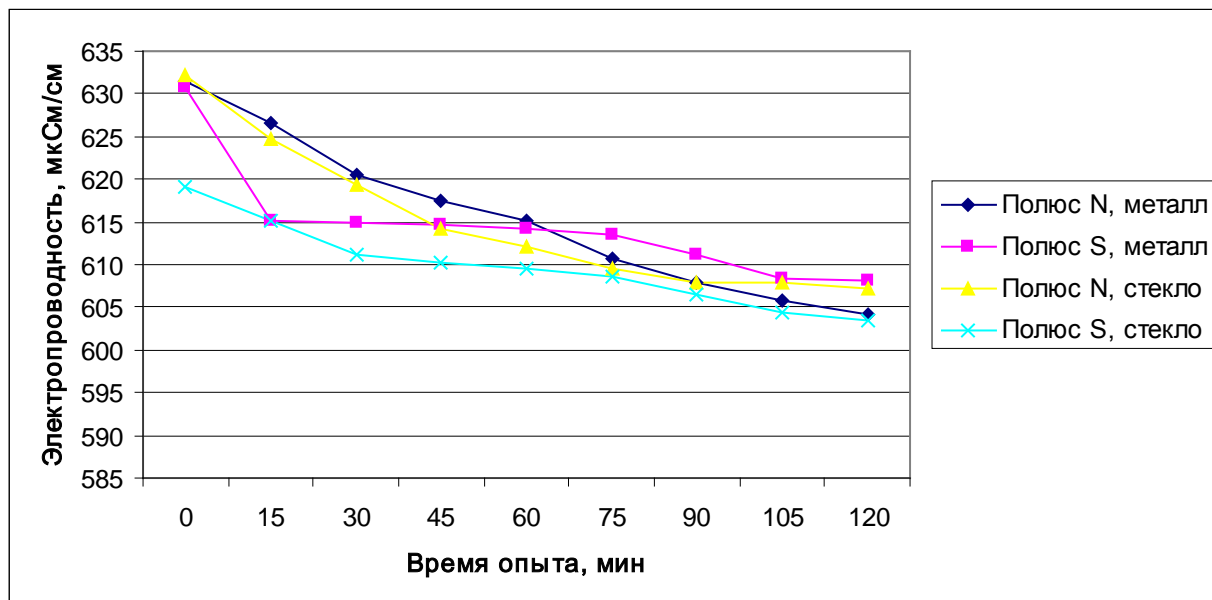


Рис. 2. Изменение электропроводности воды в различных емкостях при различной полярности магнитов с перемешиваниями во время замеров

Полученные данные показывают сходный характер протекания процесса снижения электропроводности с незначительными изменениями показателей от исследованных условий наблюдений.

Заключительный этап изучения процесса магнитного воздействия на воду проводили при активном воздействии магнитных устройств различной конструкции. В опытных установках использовали по 2 ферритовых магнита с максимальной индукцией 14–17 мТл. В пластиковый сосуд заливали по 500 мл водопроводной воды и с использованием электропривода вращали омагничивающие устройства (рис. 3) с частотой 230 и 260 об/мин, с интервалом в 5 с снимая показатели электропроводности прибором МАРК-630.



Рис. 3. Устройство роторного магнитного смесителя (PMS)

В опытах также изменяли направление вращения роторов, при этом за счет спиральной навивки обеспечивалось различное движение воды относительно магнитов: вверх или вниз. При горизонтальном расположении магнитов сверху находился активный проволочный смеситель для создания турбулентного движения воды.

Получены и проанализированы показатели изменения электропроводности воды при различных вариантах воздействия (таблица).

Параметры итогового снижения электропроводности воды (мкСм/см) в результате различных вариантов перемешивания с воздействием магнитного поля

| Варианты перемешивания | Направление вращения смесителя | Частота вращения, об/мин | Электропроводность, мкСм/см | | | | Изменение к контрольному вариантам, % | Среднее, % |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------|---------|-------------------|---------------------------------------|------------|
| | | | max | min | средняя | Разность: max-min | | |
| Контроль (спираль) | по часовой | 230 | 617,8 | 616,1 | 617,0 | 1,7 | 100 | |
| | по часовой | 260 | 592,7 | 590,4 | 591,6 | 2,3 | 100 | |
| PCM + N-S | по часовой | 230 | 613,3 | 611,4 | 612,3 | 1,9 | 111,8 | |
| | по часовой | 260 | 599,3 | 596,4 | 814,1 | 2,9 | 126,1 | |
| | против часовой | 230 | 617,8 | 615,1 | 616,2 | 2,7 | 158,8 | |
| | против часовой | 260 | 614,4 | 612 | 613,2 | 2,4 | 104,3 | |
| PCM + N-N | по часовой | 230 | 620,6 | 615,7 | 617,4 | 4,9 | 288,2 | |
| | по часовой | 260 | 615,9 | 613,3 | 616,0 | 2,6 | 113,0 | |
| | против часовой | 230 | 607,4 | 605,3 | 606,3 | 2,1 | 123,5 | |
| | против часовой | 260 | 601,1 | 598 | 600,1 | 3,1 | 182,4 | |
| PCM + S-S | по часовой | 230 | 601,9 | 599,2 | 599,9 | 2,7 | 158,8 | |
| | по часовой | 260 | 605,7 | 603,7 | 603,4 | 2,0 | 117,6 | |
| | против часовой | 230 | 617,6 | 615,8 | 616,3 | 1,8 | 105,9 | |
| | против часовой | 260 | 618,7 | 615,8 | 616,1 | 2,9 | 126,1 | 143,1 |
| Контроль (пестик) | горизонтальное | 230 | 604,6 | 585,8 | 596,3 | 18,8 | 100 | |
| | горизонтальное | 260 | 597,6 | 579,8 | 589,2 | 17,8 | 100 | |
| Ротор-N вверх | горизонтальное | 230 | 617,8 | 598,1 | 607,8 | 19,7 | 104,8 | |
| | горизонтальное | 260 | 619,2 | 600,6 | 610,4 | 18,6 | 104,5 | |
| Ротор-S вверх | горизонтальное | 230 | 617 | 567 | 586,5 | 50,0 | 266,0 | |
| | горизонтальное | 260 | 608,7 | 571,5 | 586,6 | 37,2 | 209,0 | 171,1 |
| Спаренный двухроторный | горизонтальное встречное | 230 | 616,4 | 567,5 | 591,2 | 48,9 | 260,1 | |
| | горизонтальное встречное | 260 | 619 | 584,7 | 602,7 | 34,3 | 192,7 | 226,4 |

В среднем различные варианты использования смесителя РСМ показали увеличение итогового оценочного показателя на 143,1 %. При этом изменение частоты вращения в исследованных пределах 230–260 об/мин давало противоречивые результаты. Максимальный показатель снижения электропроводности 288,2 % отмечен в варианте использования роторного магнитного смесителя РСМ с закреплением магнитов полюсами N наружу в сторону жидкости.

При использовании одинарного ротора с горизонтальным расположением магнитов среднее изменение оценочного показателя составило 171,1 %, и было более значительным при расположении полюса S вверх. Наибольшие показатели снижения электропроводности в 226,4 % получены при использовании конструкции спаренного двухроторного смесителя со встречным активным перемешиванием воды.

Для иллюстрации хода процесса снижения электропроводности в процессе активного перемешивания приведены выборочные графики наиболее характерных вариантов (рис. 4).

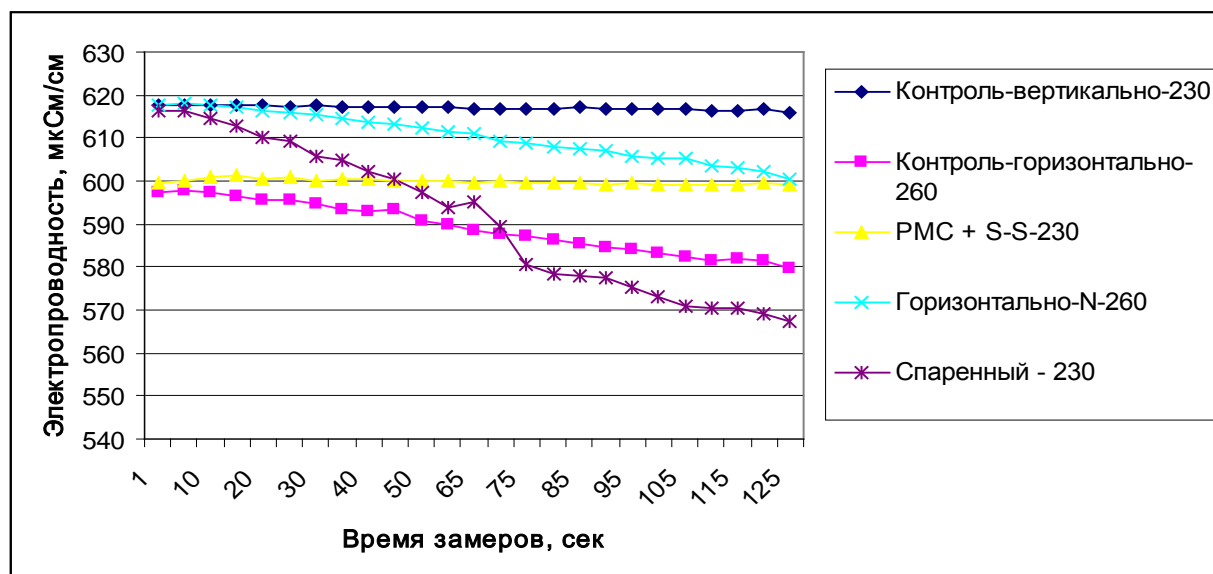


Рис. 4. Примеры протекания процесса изменения электропроводности воды при различных вариантах перемешивания

Контрольный вариант работы спирального ротора без магнитов практически не изменяет электропроводность воды за время наблюдения. То же происходит и в варианте РСМ + S-S при частоте вра-

щения 230 об/мин. Наиболее активно снижение электропроводности отмечено при работе спаренного двухроторного смесителя с горизонтальным расположением магнитов.

Заключение

Магнитные технологии имеют значительные перспективы применения в различных сферах сельского хозяйства. Наибольшую перспективу имеет применение омагниченной воды, используемой для полива, орошения, опрыскивания посевов при проведении химзащитных мероприятий. Многими исследованиями доказано заметное улучшение показателей воды после омагничивания и последующее положительное действие на растения. Однако для технической реализации подобных технологий необходимо оптимизировать процесс омагничивания воды с достижением максимального эффекта за возможно короткое время. Оценочным показателем изменения свойств воды при омагничивании может служить изменение электропроводности. При действии магнитов на неподвижную воду ее электропроводность изменяется незначительно, и более заметно в течение первых 2 часов. Материал сосудов и ориентация магнитных полюсов в это время не оказывают заметного влияния на изменение электропроводности. Перспективы имеет проведение активного перемешивания воды при одновременном воздействии магнитов. При этом поток воды пересекает магнитное поле, ему приходится проходить через участки разной напряженности и в этих условиях магнитное поле способно с максимальной активностью воздействовать на воду. Установлены варианты с повышением оценочного показателя снижения электропроводности воды в 2,7–2,8 раза. Для дальнейшей разработки конструкции магнитного активатора рекомендуется вариант использования спаренного двухроторного смесителя со встречным вращением и горизонтальным расположением магнитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зацепина, Г. Н. Физические свойства и структура воды / Г. Н. Зацепина. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. – 184 с.
2. Анализ процессов, обуславливающих влияние магнитного поля на структуру и свойства воды / В. А. Власов [и др.]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-protsessov-obuslavlivayuschih-vliyanie-magnitnogo-polya-na-strukturu-i-svoystva-vody>.
3. Классен, В. И. Омагничивание водных систем / В. И. Классен. – М.: Химия, 1973. – 239с.
4. Семихина, Л. П. Изменение показателей преломления воды после магнитной обработки / Л. П. Семихина // Коллоидный журнал. – 1981. – Т. 43, №2. – С. 401 – 404.
5. Лобышев, В. И. Особенности люминесценции воды, обусловленные полиморфизмом ее структур / В. И. Лобышев, Б. Д. Рыжиков, Р. Э. Шихлинская // Вестник МГУ, сер. Физика. Астрономия, 36. – №2. – Т. 48. – 1995.
6. Санкин, Г. Н. Инерционность изменения электропроводности воды в слабых постоянных магнитных полях / Г. Н. Санкин, В. С. Тесленко // ЖТФ. – 2000. – Т.70, вып.3. – С. 64–65.
7. Акопян, С. Н. Исследование удельной электропроводности воды при воздействии постоянного магнитного поля, электромагнитного поля и низкочастотных механических колебаний / С. Н. Акопян, С. Н. Арапейтян // Биофизика. – 2005. – Т. 50, вып. 2. – С. 265–270.
8. Агеев, И. М. Изучение влияния низкочастотного магнитного поля на воду / И. М. Агеев, Г. Г. Шишкин, С. М. Еськин. – Режим доступа: <https://mai.ru/upload/iblock/99b/izuchenie-vliyaniya-nizkochastotnogo-magnitnogo-polya-na-vodu.pdf>.
9. Френкель, Я. И. Кинетическая теория жидкостей / Я. И. Френкель. – Л.: Наука, 1975. – 592 с.
10. Химия и технология воды / А. Н. Смирнов [и др.]. – 2005. – 27, № 2. – С. 111–137.
11. Воздействие электромагнитного излучения КВЧ - и СВЧ – диапазонов на жидкую воду / Л. Д. Гапочка [и др.] // Вестник МГУ. – Сер. – Физ. астрон. – 1994. – Т. 35, № 4. – С. 71–76.
12. Караваева, А. П. Некоторые свойства омагниченной глубокообессоленной воды / А. П. Караваева, И. К. Маршаков, А. А. Жидконожкина // Теория и практика сорбционных процессов. – Воронеж. – 1976. – Вып. 11. – С. 78–83.
13. Мокроусов, Г. М. Физико-химические процессы в магнитном поле / Г. М. Мокроусов, Н. П. Горленко. – Томск. 1988. – 128 с.
14. Букастый, В. И. Разработка измерительно-вычислительного комплекса и метода малых углов рассеяния для контроля оптических неоднородностей (кластеров) в бидистиллированной воде после действия магнитного поля / В. И. Букастый, П. И. Нестерюк // ЭФТЖ. – 2012. – №7. – С. 6–11.
15. Коваленко, В. Ф. Определение формы кластеров воды / В. Ф. Коваленко, А. Ю. Бордюк, С. В. Шутов // Оптика атмосферы и океана. – 2011. – Т.24. – №7. – С. 601–607.
16. Уманский, Д. И. Влияние магнитного поля на диэлектрическую проницаемость технической воды / Д. И. Уманский // ЖТФ. – 1965. – Вып.2. – С. 2245–2248.
17. Миненко, В. И. Магнитная обработка водно-дисперсных систем / В. И. Миненко. – К.: Техника, 1970. – 165с.
18. Сусяев, В. И. Изменение удельной проводимости дистиллированной воды при воздействии постоянным магнитным полем / В. И. Сусяев, Н. А. Монголина, А. А. Павлова // Известия вузов. Физика. – 2006. – № 9. – С. 127–128.
19. Санкин, Г. Н. Инерционность изменения электропроводности воды в слабых постоянных магнитных полях / Г. Н. Санкин, В. С. Тесленко // ЖТФ. – 2000. – Т.70. – Вып. 3. – С. 64–65.
20. Трухан, Э. М. Некоторые физико-химические характеристики слабых электромагнитных воздействий на водную среду / Э. М. Трухан, П. Н. Пилипенко // Экологический вестник. – 2010. – №2(12). – С. 66–72.
21. Пасько, О. А. Физико-химические изменения в водопроводной воде при ее обработке различными способами / О. А. Пасько // Вода: химия и экология. – 2010. – № 7. – С. 40–45.
22. Мартынюк, В. С. Влияние магнитного поля крайне низкой частоты на критическую концентрацию мицеллообразования в воде и водных растворах электролитов / В. С. Мартынюк, Д. А. Панов, Ю. В. Цейслер // Физика живого. – 2008. – Т.16. – №2. – С. 78–84.
23. Классен, В. И. Вода и магнит / В. И. Классен. – М: Наука, 1973, 112 с.

ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ФЕРМЕ

А. В. КИТУН, П. Ю. КРУПЕНИН

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 22.02.2021)

Животноводство является важнейшим звеном агропромышленного комплекса. Рост производства продукции животноводства, снижение затрат кормов и труда на единицу продукции немислимы без рационального использования кормовых ресурсов, а также средств механизации технологических процессов на животноводческом предприятии.

Организация производственного процесса на животноводческом предприятии состоит в обеспечении рационального сочетания в пространстве и во времени основных, вспомогательных и обслуживающих процессов, направленных на производство определенных видов продукции. Для решения обозначенной задачи в современных условиях рационально использовать методы логистики. Логистическая система животноводческого предприятия включает такие укрупненные блоки, как подготовка кормов к скармливанию, транспортное обеспечение процессов на предприятии, получение и первичную обработку продукции, водоснабжение фермы и автопоение животных на ней, удаление и обработку навоза или помета.

Функционирование технических систем в животноводстве характеризуется наличием сложных связей внутри них. Системный подход предполагает последовательный переход от общего к частному, когда в основе рассмотрения лежит конечная цель, ради которой и создается вся система. В статье предложена поэтапная последовательность формирования технической системы на животноводческом предприятии при выполнении условий системного подхода.

Выполнена систематизация возможных структур поточно-технологических линий в животноводстве, на основании которой проанализированы показатели безотказности их работы. Предложены ключевые принципы формирования поточных технологических линий на животноводческой ферме, предусматривающие синхронизацию работы машин различных участков. Обосновано, что при комплектовании поточных линий подготовки компонентов машинами, имеющими одинаковую или регулируемую производительность, следует применять одноточные компоновки с транспортными устройствами, передающими необходимые компоненты от одного технического средства к другому.

Ключевые слова: *поточно-технологическая линия, техническое обеспечение процессов в животноводстве, безотказность, синхронизация работы машин.*

Livestock raising is the most important link in the agro-industrial complex. An increase in the production of livestock products, a decrease in the cost of feed and labor per unit of production is inconceivable without the rational use of feed resources, as well as means of mechanizing technological processes at a livestock enterprise.

The organization of production process at a livestock enterprise is to ensure a rational combination in space and time of the main, auxiliary and service processes aimed at the production of certain types of products. To solve the indicated problem in modern conditions, it is rational to use logistics methods. The logistic system of a livestock enterprise includes such enlarged blocks as preparation of feed for feeding, transport support of processes at the enterprise, receipt and primary processing of products, water supply of the farm and auto-drinking of animals on it, removal and processing of manure or dung.

The functioning of technical systems in animal husbandry is characterized by the presence of complex connections within them. The systems approach presupposes a sequential transition from the general to the particular, when the consideration is based on the ultimate goal, for the sake of which the entire system is created. The article proposes a step-by-step sequence for the formation of a technical system at a livestock enterprise when the conditions of a systematic approach are met.

The systematization of possible structures of production lines in animal husbandry has been carried out, on the basis of which the indicators of reliability of their work have been analyzed. The key principles of formation of production lines at a livestock farm are proposed, providing for the synchronization of operation of machines of different sections. It has been substantiated that when completing production lines for the preparation of components with machines having the same or adjustable performance, one-line layouts with transport devices should be used that transfer the necessary components from one technical device to another.

Key words: *production line, technical support of processes in animal husbandry, reliability, synchronization of machines.*

Введение

Животноводство является важнейшим звеном агропромышленного комплекса. Эта отрасль дает человеку ценные продукты питания, а также сырье для промышленности. Рост производства продукции животноводства, снижение затрат кормов и труда на единицу продукции немислимы без рационального использования кормовых ресурсов, а также средств механизации технологических процессов на животноводческом предприятии.

Также животноводство традиционно является наиболее трудоемкой отраслью сельского хозяйства, механизация которой связана с объективными трудностями [1]:

1) цикличность логистических и производственных процессов в животноводстве, обусловленная биологическим жизненным циклом развития растений, птицы и животных;

2) производимая продукция скоропортящаяся, а значит требуется или ее быстрая переработка и реализация, или обеспечение условий для ее длительного хранения, что уже является дополнительным источником существенных затрат;

3) интенсивное выращивание животных и птицы при поддержании их высокой продуктивности требует особого внимания к качеству и своевременности поставок кормов и добавок;

4) потребность в надежных и эффективных каналах доставки продукции до конечного потребителя имеет критически важную роль, поскольку в большинстве своем продукция животноводства скоропортящаяся и должна транспортироваться в контролируемых условиях.

Преодоление вышеотмеченных трудностей посредством формирования системного подхода при разработке и внедрении поточных технологических линий на животноводческой ферме, является целью данной статьи.

Основная часть

Организация производственного процесса на животноводческом предприятии состоит в обеспечении рационального сочетания в пространстве и во времени основных, вспомогательных и обслуживающих процессов, направленных на производство определенных видов продукции. Для решения обозначенной задачи в современных условиях рационально использовать методы логистики.

Логистическая система животноводческого предприятия включает такие укрупненные блоки, как подготовка кормов к скармливанию, транспортное обеспечение процессов на предприятии, получение и первичную обработку продукции в условиях предприятия (доение, первичная обработка молока, сбор яиц и др.), водоснабжение фермы и автопоение животных на ней, удаление и обработку навоза или помета [2].

Функционирование технических систем характеризуется наличием сложных связей внутри них. Системный подход предполагает последовательный переход от общего к частному, когда в основе рассмотрения лежит конечная цель, ради которой и создается вся система (рис. 1).



Рис. 1. Последовательность формирования систем при системном подходе

Последовательность формирования технической системы на животноводческом предприятии при выполнении условий системного подхода может быть разделена на несколько этапов.

На *первом этапе* определяются и формулируются цели функционирования системы.

В ходе *второго этапа* на основании анализа цели функционирования системы и ограничений внешней среды определяются требования, которым она должна удовлетворять.

Третьим этапом, на базе этого перечня требований, выполняется предварительное формирование отдельных подсистем.

Критериальный анализ различных вариантов, окончательный выбор состава подсистем и их организация в единую систему проводятся на *четвертом этапе*.

Следовательно, под поточной механизированной технологией следует понимать комплект машин и оборудования, расположенных в порядке последовательности выполнения технологических операций с необходимой (заданной) производительностью.

В основу всей работы по организации поточной механизированной технологии должны быть положены взаимосвязанные варианты перспективных, текущих и оперативных планов.

Перспективный подход к формированию материальных потоков предусматривает определение их размеров и структуры на основе оптимизированного динамического баланса в животноводческом производстве сельскохозяйственного субъекта хозяйствования. Для рационального создания производственных подразделений необходимо оптимизировать производственную структуру системы. Имеющаяся на начальный момент инфраструктура хозяйства является отправным пунктом для опре-

деления размеров производственных участков и их местоположения. В тоже время материальные потоки имеющейся системы при необходимости могут быть перенаправлены.

Текущее планирование служит научным обоснованием соотношению между производственными процессами на ферме. На уровне текущего планирования отдельного внимания заслуживает изучение технических средств, обеспечивающих выполнение технологических процессов. Полученные данные позволяют снизить зависимость системы от вариаций динамики ее составляющих, т. е. отдельных машин.

Задача планирования всех звеньев технологической цепи должна решаться на единой взаимоувязанной основе, после решения которой переходят к этапу оперативного управления каждой подсистемой.

На этапе оперативного управления происходит уточнение норм потребления ресурсов, необходимых для обеспечения непрерывности технологических процессов. К числу причин, вызывающих такие колебания, относятся: изменение поголовья животных, погодные условия, сезонность работ, просчеты в планировании, а также другие случайные факторы.

В результате всестороннего анализа материальных потоков получается гармонично согласованная материалопроводящая система с заданными параметрами на выходе. Эту систему отличает высокая степень согласованности входящих в нее производственных линий [3].

По структуре потока линии могут быть однопоточные, многопоточные и смешанные. Однопоточные линии (рисунок 2) обрабатывают обычно только один вид сырья и машины в них соединены последовательно.

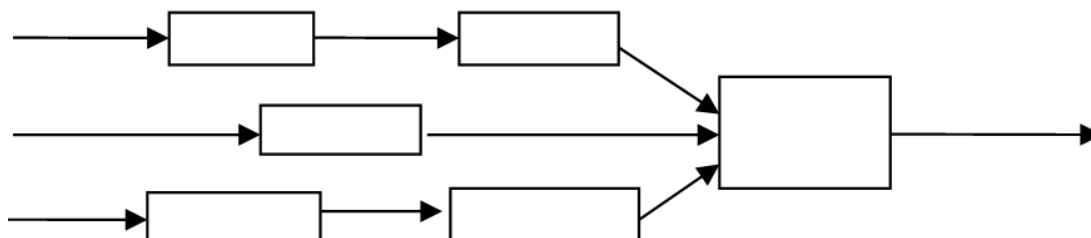


Рис. 2. Схема однопоточной линии

Многопоточные линии (рис. 3) могут быть со сходящимися, расходящимися и параллельными потоками. Линии со сходящимися потоками позволяют выработать один вид изделия из нескольких видов сырья (например, готовить многокомпонентные кормовые смеси), а с расходящимися – наоборот, из одного вида сырья позволяют изготовлять разные виды изделий. Параллельные потоки получаются в тех случаях, когда в линию включены машины, имеющие производительность значительно меньшую, чем общая производительность линии.

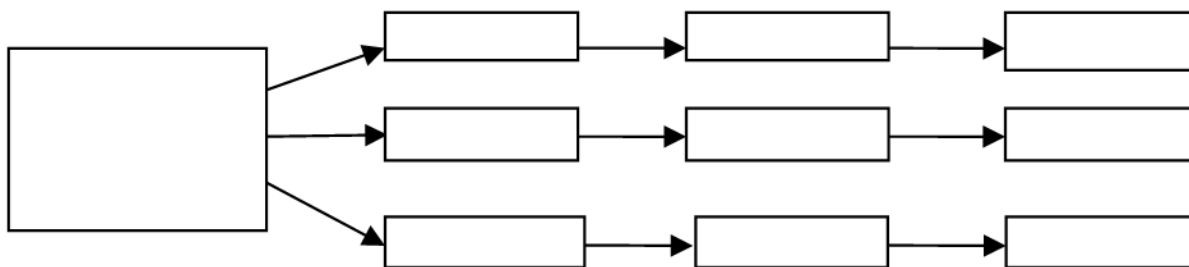


Рис. 3. Схема многопоточной линии

Наряду со структурой потока, для характеристики поточной линии важное значение имеет вид связи между машинами или отдельными ее участками. Связь между машинами в технологических линиях комплекта оборудования может быть нескольких типов: жесткой, гибкой и смешанной.

Жесткая связь (рис. 4) предполагает, что любая машина в линии должна работать с производительностью, не превышающей производительность последующей. Таким образом, общая производительность Q_A линии с жесткой связью задается производительностью последнего элемента линии:

$$Q_A = Q_1 \leq Q_2 \leq Q_3 \dots \leq Q_n \quad (1)$$

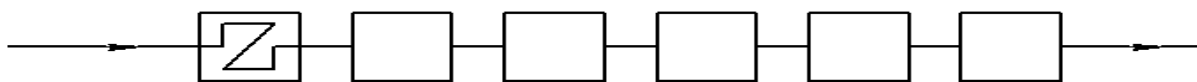


Рис. 4. Принципиальная схема жесткой связи машин в поточных линиях

Технологическая линия с жесткой связью характеризуется последовательным соединением элементов и выход из строя ее любого механизма или устройства приводит к немедленной остановке всей линии. Надежность работы такой линии или комплекта машин принимается как вероятность P_i безотказной работы i -ой машины и в общем виде определяется по формуле:

$$P_c = \prod_{i=1}^n P_i, \quad (2)$$

где n – число машин, входящих в состав технологической линии; P_i – вероятность безотказной работы i -ой машины.

Из формулы (2) видно, что надежность работы технологической линии с жесткой связью определяется аналогичным показателем каждой машины из числа входящих в ее состав.

Учитывая низкую организацию технического обслуживания машин в животноводстве, малую надежность кормоприготовительных машин, а также обязательное соблюдение зоотехнических нормативов по времени кормления и доения животных, поточные линии с жесткой связью машин не находят широкого применения.

Гибкая связь предусматривает наличие после каждой машины накопительной емкости. В этом случае работа отдельной машины в значительно меньшей степени зависит от впереди стоящей или последующей машины, поскольку оперативные емкости позволяют компенсировать разницу в их производительностях.

В такой технологической линии машины, расположенные до первой накопительной емкости, составляют первую секцию, за ней – вторую и т. д. При подобном расположении отказ отдельной машины приведет к остановке только той секции, в которой она была установлена. Работа предыдущей и последующей секций будет прервана только в том случае, если за время устранения неисправности исчерпается свободный объем промежуточных емкостей или запас материала в них.

При параллельном соединении машин полный отказ наступит в случае остановки всех участков линии. Надежность работы линий с гибкой связью выше, чем с жесткой, а вероятность ее безотказной работы определяется по формуле:

$$P_c = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i). \quad (3)$$

На практике линии с гибкой связью выходят громоздкими, металлоемкими и дорогостоящими. В их состав входят оперативные емкости больших объемов, которые также могут стать причиной отказа линии.

Смешанная связь получается в том случае, когда комплект оборудования кормоцеха делят на отдельные участки, образующиеся соединенных жесткими связями из машин. Участки, в свою очередь, соединены между собой гибкими связями с использованием накопительных емкостей.

В линиях со смешанной связью при возникновении неполадок в работе какой-либо машины останавливается не вся линия, а лишь машины, жестко связанные с отказавшей, остальные же машины продолжают работать. При быстром устранении неисправностей, линия может работать практически без остановок, поскольку простои соседних машин и участков взаимно компенсируются.

Безотказность работы технологической линии со смешанным соединением машин можно определить по формуле:

$$P_c = 1 - \prod_{j=1}^m \left[1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i) \right], \quad (4)$$

где m – число параллельно соединенных последовательных групп.

Из выражений (2–4) видно, что надежность комплекта машин со смешанной связью выше, чем двух предыдущих. При остановке одной из машин нарушается ритм работы связанных жестко с ней

машин. Остальное оборудование продолжает выполнять рабочий процесс. Если неисправность незначительна, то комплект машин может работать безостановочно.

Заключение

Формирование поточных технологических линий на животноводческой ферме должно основываться на решении ряда принципиальных вопросов:

- выбор рационального количества машин и оборудования;
- определение оптимального состава машин на каждую операцию;
- рациональная расстановка машин в комплекте оборудования.

Для синхронизации работы машин различных участков продолжительность отдельных технологических процессов должна быть одинаковой. Если входящие в поточные линии подготовки компонентов машины имеют одинаковую или регулируемую производительность, то следует применять однопоточные компоновки с транспортными устройствами, передающими необходимые компоненты от одной машины к другой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Китун, А. В. Организационно-экономическая оценка машин и машинных технологий в животноводстве и птицеводстве: учебно-методическое пособие / А. В. Китун, И. П. Бусел, В. И. Передня. – Минск, 2008. – 123 с.
2. Китун, А. В. Основы формирования и энергетической оценки поточных технологических линий производства и первичной обработки молока на животноводческой ферме / А. В. Китун // Механизация и электрификация сельского хозяйства : сб. науч. тр. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Вып. 48. – Т. 2. – Минск, 2014. – С. 111–122.
3. Китун, А. В. Малозатратный способ формирования кормосмеси животным / А. В. Китун. // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – № 2. – 2015. – С. 112–117.

СУШКА СЕМЯН РАПСА С ИСКУССТВЕННОЙ ОБОЛОЧКОЙ НА ОСНОВЕ БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ

Д. А. МИХЕЕВ, А. А. СЫСОЕВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 26.02.2021)

В настоящее время возделывание такой сельскохозяйственной культуры как рапс приобретает все больший интерес. Это связано с тем, что эта культура обладает высоким сельскохозяйственным потенциалом. Семена рапса пользуются хорошим спросом на рынке сельхоз продукции и имеют достаточно высокую стоимость (до 800 у.е. за 1 т.). Учитывая это, многие сельхозпроизводители с каждым годом отводят все больше площадей в свих хозяйствах для возделывания рапса. Для получения высокого урожая необходимо использовать качественные семена с полным соблюдением технологии возделывания. Кроме этого, необходимо применять высокопродуктивные способы предпосевной обработки, к которым относится создание искусственной оболочки на семенах, дражирование и инкрустирование. Семена в оболочке имеют больший посевной потенциал в сравнении с обычными. Это приводит к увеличению урожая и снижению себестоимости возделывания.

После создания искусственной оболочки на семенах они имеют избыточную влажность. Если своевременно не удалить лишнюю влагу из семян, то возникает их комкование, это в конечном итоге негативно сказывается на качестве посевного материала. Поэтому процесс сушки семян очень важен и напрямую влияет на качество готовых семян. Использование существующих зерновых сушилок для семян рапса с искусственной оболочкой нецелесообразно ввиду того, что влажная оболочка может в них повредиться, кроме этого, серийные сушилки рассчитаны на большую производительность, и соответственно имеют достаточно высокую стоимость, что в случае с семенами рапса неоправданно.

В УО БГСХА ведутся научные исследования по созданию искусственных оболочек на семенах. Был разработан и изготовлен центробежный дражировщик семян позволяющий создавать равномерную оболочку на семенах рапса, свеклы и др. культур. Для оптимизации процесса дражирования было принято решение проведение научных исследований по сушке семян с оболочкой внутри камеры смешивания дражировщика.

В статье представлены теоретические исследования по определению количества испаряемой влаги из семян рапса с искусственной оболочкой, а также предварительный расчет времени сушки одной порции семян полученной в разработанном дражировщике.

Ключевые слова: рапс, сушка, искусственная оболочка семян, дражирование, инкрустирование.

Nowadays, the cultivation of such an agricultural crop as rapeseed is gaining more and more interest. This is due to the fact that this crop has a high agricultural potential. Rape seeds are in good demand in the agricultural market and have a fairly high cost (up to 800 USD per 1 ton). Taking this into account, many agricultural producers every year allot more and more areas in their farms for the cultivation of rapeseed. To obtain a high yield, it is necessary to use high-quality seeds in full compliance with the cultivation technology. In addition, it is necessary to use highly productive methods of pre-sowing treatment, which include the creation of an artificial shell on the seeds, pelleting and inlaying. Coated seeds have a higher sowing potential than conventional seeds. This leads to an increase in yield and a decrease in the cost of cultivation.

After creating an artificial shell on the seeds, they have excess moisture. If excess moisture is not removed from the seeds in a timely manner, then their clumping occurs, this ultimately negatively affects the quality of the seed. Therefore, the seed drying process is very important and directly affects the quality of the finished seed. The use of existing grain dryers for rapeseed with artificial casing is impractical, since the wet casing can be damaged in them, in addition, serial dryers are designed for high productivity, and, accordingly, have a rather high cost, which is unjustified in the case of rapeseed.

In Belarusian State Agricultural Academy, scientific research is being conducted on the creation of artificial shells on seeds. A centrifugal seed coater was developed and manufactured, which allows you to create a uniform shell on the seeds of rape, beet and other crops. To optimize the pelleting process, it was decided to conduct scientific research on drying seeds with a shell inside the mixing chamber of the pelletizer.

The article presents theoretical studies to determine the amount of evaporated moisture from rapeseed with artificial casing, as well as a preliminary calculation of the drying time for one portion of seeds obtained in the developed pelletizer.

Key words: rapeseed, drying, artificial seed casing, pelleting, inlaying.

Введение

Создание искусственной оболочки на семенах сельскохозяйственных культур (дражирование и инкрустирование) является перспективным способом предпосевной обработки. Этот способ подготовки семян к посеву позволяет получить многосторонний положительный эффект, такой как защита растений от болезней и вредителей, получение семян правильной формы увеличенного размера, что позволяет упростить их посев с заданной нормой, в состав оболочки входят питательные микро и макро элементы в которых нуждается растение на ранних этапах развития. Это в совокупности позволяет получить значительную прибавку к урожаю, до 10 % и более, без существенных капиталовложений, связанных с большим количеством вносимых удобрений [1, 2, 3]. Кроме этого, наблюдается побочный положительный экологический эффект от использования дражированных семян, такой как

уменьшение рекомендуемых доз вносимых удобрений в почву без снижения урожайности, поскольку часть их наносится на сами семена, коэффициент использования растением таких удобрений намного выше, чем при внесении удобрений в почву. Это положительно отражается на экологических показателях почвы и грунтовых водах.

Для производства дражированных семян используют разные технологии и способы, однако наиболее распространенным является способ постепенного наслаивания оболочки. Для этого применяется специализированное оборудование – дражирователи семян. Процесс производства дражированных семян можно представить следующим образом, подготовленные семена (очищенные и откалиброванные) помещают в камеру смешивания дражирователя куда постепенно подается жидкий связующий компонент и сухой наполнитель. В результате движения семян внутри камеры смешивания сухой наполнитель прилипает к смоченной поверхности семян и формирует слой оболочки. Чередование подачи жидкого и сухого компонента происходит до тех пор, пока на поверхности семени не сформируется оболочка нужного размера. После обработки семена имеют избыточную влажность, она может достигать 40 % и более. Такие семена необходимо высушивать до оптимальной влажности 8...9 % [4].

Если после дражирования (инкрустирования) из семян не удалить лишнюю влагу возникает их комкование, это в конечном итоге негативно сказывается на качестве посевного материала. Семенной материал утрачивает свои посевные свойства, а при хранении семена приобретают затхлый и тухлый запах [5].

Высушивать семена можно как естественным способом, так и с помощью специализированного оборудования. Для сушки семян с оболочкой в основном используют духовые шкафы, поскольку использование стандартных зерновых сушилок может повредить влажную неокрепшую оболочку, из-за высокой плотности движущегося слоя семян. Кроме этого, для сушки посевного материала очень важно соблюдать точные температурные режимы, чтобы максимально быстро высушить семена, не перегрев их. Однако это не всегда возможно сделать в стандартной зерновой сушилке.

Использование духового шкафа для сушки семян с оболочкой имеет ряд недостатков. Для его размещения необходимы значительные производственные площади, особенно при производстве больших партий семян, скорость сушки семян является недостаточной для высокопроизводительной линии, ввиду того, что семена в духовом шкафу находятся в статическом положении, а температура нагрева семян не должна превышать 30...45° С, в зависимости от культуры и их влажности, чтобы не повредить зародыш [6].

Учитывая вышесказанное, считаем перспективным направление разработки интенсивной сушки семян с искусственной оболочкой на их поверхности для увеличения производительности линий по дражированию семян.

Целью настоящей работы является теоретическое обоснование количества испаряемой влаги из семян рапса с искусственной оболочкой на основе бентонитовой глины, а также рассчитать предварительное время сушки одной порции семян, полученных в центробежном дражирователе.

В настоящее время существуют различные виды сушек сыпучих материалов, такие как конвективная; контактная; радиационная; сублимационная; химическая; с помощью токов высокой частоты; сушка в электромагнитных установках и др. Каждый из этих способов имеет свои достоинства и недостатки, но необходимо отметить, что для сушки семян наиболее предпочтителен способ конвективной сушки [7].

Конвективная сушка предполагает высушивание материала (семян) через агент сушки (теплый воздух) при непосредственном их соприкосновении. Она представляет собой испарение влаги с поверхности семян в среду сушильной камеры. Теплота, подводимая агентом сушки, расходуется не только для испарения влаги, но и для нагрева семян. Сегодня существует много различных серийно выпускаемых сушилок семян, далее рассмотрим некоторые из них.

Вибрационные сушилки серии DF компании **PETKUS** (DF 090, DF 120, DF 150) выполняют сушку сырья по принципу вибрационного псевдооживления. Равномерная вибрация, создаваемая вибрационными моторами, и вырабатываемый теплогенератором нагнетаемый вентилятором теплый воздух подается через два регулируемых канала в боковой части и равномерно продувает сырье снизу вверх. Сырье проходит через зигзагообразные сушильные уровни. Компактная, зигзагообразная конструкция сушилок позволяет экономить рабочее пространство, эксплуатацию по выбору с непрерывной, порционной или полупорционной загрузкой сырья. Помимо этого, на двух рабочих уровнях возможна установка различных температурных режимов [5].

В ленточной сушилке DB 150 семена, перемещаемые на ленте, продуваются теплым воздухом, который подается через два боковых воздуховода раздельными вентиляторами, что позволяет воздуху равномерно проходить через семена снизу вверх. Теплый воздух проходит через увлажненные зерна и поглощает влагу с их поверхности. Затем влажный воздух удаляется через выпускной воздуховод [8].

В шахтных сушилках непрерывного действия серий **DW, DD** компании **PETKUS** сырье поступает в сушильную шахту сверху и проходит через поочередно расположенные конические, воздушные каналы вплоть до места разгрузки. При этом сырье постоянно перемешивается и равномерно обдувается горячим воздухом. Требуемый поток воздуха нагнетается осевыми вентиляторами в верхней части вытяжного воздушного канала. При использовании рециркуляционных вентиляторов (серии **DWU, DDU**) они выполняют подмешивание к горячему воздуху насыщенный горячий воздух из нижних секций сушилки, а также холодный воздух. Благодаря режиму работы с рециркуляцией воздуха снижается потребление энергии. К недостаткам можно отнести возможность образования комков и забивания, большие габаритные размеры, высокая температура воздуха, сложность управления процессом [9].

Универсальные зерновые сушилки шахтного типа модельного ряда «Green Way» GW-25 (35, 40, 60) с вместимостью соответственно 25,35, 40 и 60 т (по пшенице) производимые Борисовским заводом «Металлист» по принципу действия схожи с иными шахтными сушилками и им присущи те же достоинства и недостатки [10].

Мобильные зерносушилки сушилки Dozamech серии SM (1, 2, 3) вместимостью 9–31 тонн семян работают по принципу порционной сушки: сырье загружают, просушивают, охлаждают и затем выгружают. Горелка подает горячий воздух внутрь бака, который проходит через зерно и выходит через перфорацию в металле. Семена прогреваются и отдают влагу воздуху, который выносит ее из сушилки [11].

Мобильная шахтная сушилка ПОЛЫМЯ М 20 вмещает от 6 до 21 м³ материала отличается автономным исполнением теплообменник выполнен из оцинкованной стали, температура горячего воздуха устанавливается в пределах 70–90 °С [12].

Проанализировав серийно выпускаемые сушилки для зерна, можно сделать вывод, что использование их для семян с искусственной оболочкой не оправдано, ввиду высокой их производительности (для семян с оболочкой это не ключевой параметр) и соответственно стоимости, ограниченности использования для мелкосеменных культур, большой силой трения, возникающей между семенами в процессе сушки, которая может разрушить не окрепшую оболочку на семенах.

Процесс конвективной сушки семян включает ряд составляющих:

- приготовление агента сушки (нагрев воздуха)
- испарение влаги (подача агента в сушильную камеру на семена)
- удаление влаги из сушильной камеры (отвод сушильного агента из камеры).

Использование конвективной сушки для семян с искусственной оболочкой возможно, как внутри камеры смешивания дражиратора, так и с использованием дополнительного оборудования (сушилки). При этом необходимо учитывать ряд факторов для качественного выполнения технологического процесса сушки семян:

- водяной пар, который образуется в результате сушки, перемещается в места с пониженным давлением;
- тепловой поток распространяется из мест сушильной камеры с высокой температурой в места с низкой температурой;
- скорость сушки искусственно увлажненных и мытых семян больше по сравнению со скоростью сушки семян той же влажности, сформировавшейся естественным путем;
- превышение предельно допустимой температуры агента сушки может вызвать закал семян – образование на его поверхности твердой корки, мешающей дальнейшему выделению влаги из середины семени, то же самое может произойти и с искусственной оболочкой;
- скорость сушки зависит от скорости сушильного агента, состояния и толщины слоя, характера взаимодействия семян и агента сушки, степени механического перемешивания семян, температуры сушильного агента, влажности семян, вида семян (культуры), целевого назначения семян, температуры зерна и др.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод, что на процесс сушки семян влияют множество факторов, поэтому к расчету сушилок нужно подходить тщательно и обоснованно.

Нами предлагается аналитический метод расчета количества испаряемой влаги из дражированных семян рапса, а также предварительный расчет времени сушки семян внутри камеры смешивания дражироватора.

Основная часть

После формирования искусственной оболочки на поверхности семян они имеют избыточную влажность, значительно превышающую те показатели, при которых семена можно хранить. Основная влага концентрируется в созданной оболочке семени, не успевая за короткий промежуток времени обработки в дражирователе проникнуть внутрь. Существуют рекомендации, свидетельствующие о том, что температура сушильного агента при сушке семян должна снижаться по мере увеличения их влажности [13]. Однако эти рекомендации представлены для необработанных семян, имеющих относительно однородную влажность в своей структуре. Сушка же семян с искусственной оболочкой будет проходить при других режимах. Для точного установления этих режимов необходимо проведение экспериментальных исследований, однако предварительное время сушки можно определить теоретически, учитывая нижние границы изменения температуры агента сушки и семян, а также свойства наносимых компонентов.

Для необработанных семян рапса температура сушильного агента (воздуха) не должна превышать значений 40...50 С, а температура самих семян 30 С. С учетом этих значений проведем базовый расчет по определению предварительного времени сушки семян при нижней границе температуры.

Семена перед сушкой имеют массу G_1 , влажность w_1 и температуру t_1 . В процессе сушки происходит удаление влаги, что сопровождается изменением массы, влажности и температуры семян до значений G_2 , w_2 , t_2 . При отсутствии потерь материала в процессе сушки количество абсолютно сухого вещества, заключенного в нем, остается постоянным.

Количество испаряемой влаги из семян можно определить по формуле:

$$W = G_1 - G_2 . \quad (1)$$

Если учесть влажность до обработки w_1 и влажность после обработки w_2 , можно представить количество испаряемой влаги в следующем виде:

$$W = G_2 \frac{w_1 - w_2}{100 - w_1} \quad (2)$$

Это выражение позволяет определить производительность сушки по исходному материалу и испаренной влаге при заданных значениях влажности до и после сушки семян, а также необходимого количества высушенных семян.

Влажность готовых семян рапса с оболочкой, если они производятся задолго до посева, должна быть в пределах 9 % [4]. Тогда значение w_2 в формуле 2 будет равно 9 %.

Для определения влажности w_1 необходимо учесть влажность семян до обработки $w_{\text{сем}}$, влажность сухого компонента $w_{\text{сух}}$ (бентонитовой глины) и влажность жидкого компонента $w_{\text{жид}}$.

В результате проведенных экспериментальных исследований [14] было установлено, что для формирования оболочки на поверхности семян из сухой смеси на основе бентонитовой глины, можно в качестве жидкого компонента использовать воду в соотношении объемов 4/1.

Тогда для обработки 1 м³ семян ($V_{\text{сем}}$) с коэффициентом изменения объема $k_{\text{об}}=2$, необходимо 1,2 м³ сухой бленды ($V_{\text{сух}}$) и 0,3 м³ воды ($V_{\text{жид}}$). Если учесть то, что семена обрабатывают уже высушенными, тогда получается $w_{\text{сем}}=9\%$, а избыточная влажность фактически получается в оболочке.

Заявленная влажность бленды составляет $w_{\text{сух}}=5-7\%$, объемная масса $\rho_{\text{сух}}=610 \text{ кг/м}^3$, тогда w_2 будет равно:

$$w_2 = (V_{\text{сух}} \cdot \rho_{\text{сух}} \cdot w_{\text{сух}} + V_{\text{жид}} \cdot \rho_{\text{жид}} \cdot w_{\text{жид}}) \cdot 100\% / (V_{\text{сух}} \cdot \rho_{\text{сух}} + V_{\text{жид}} \cdot \rho_{\text{жид}}) = \\ = (1,2 \cdot 610 \cdot 0,05 + 0,3 \cdot 1000 \cdot 1) \cdot 100\% / (1,2 \cdot 610 + 0,3 \cdot 1000) = 31,8\% . \quad (3)$$

Получается влажность созданной искусственной оболочки из бентонитовой глины составляет 31,8 %. С учетом того, что обрабатываемые семена обычно имеют такую же влажность, что и семена с оболочкой, расчет удаления избыточной влаги будем проводить относительно веса и влажности самой оболочки без учета самих семян.

Примем конечную влажность искусственной оболочки на уровне с семенами 9 %, тогда количество испаряемой влаги будет равно:

$$W = (V_{\text{сух}} \cdot \rho_{\text{сух}} + V_{\text{жид}} \cdot \rho_{\text{жид}}) \frac{w_1 - w_2}{100 - w_1} = (1,2 \cdot 610 + 0,3 \cdot 1000) \frac{31,8 - 9}{100 - 31,8} = 345 \text{ (кг)} \quad (4)$$

Получается следующее: при обработке 1 м³ семян с коэффициентом изменения объема $k_{об}=2$, получится 2 м³ семян с оболочкой из бентонитовой глины, из которых нужно удалить 345 кг воды.

С учетом того, что камера смешивания дражироватора в среднем вмещает около 0,01 м³ готовых семян с оболочкой [3], в нее будет загружаться 0,005 м³ семян, а после обработки одной партии нужно будет удалить влаги весом: $W=345 \cdot 0,005=1,7$ кг.

Для определения времени сушки семян в дражирователе необходимо произвести анализ тепловых процессов, происходящих в камере смешивания дражироватора [15].

Время сушки семян можно определить из уравнения теплообмена между газом (теплым воздухом) и семенами:

$$Q_{общ} = \alpha \cdot F_H \cdot \Delta T_{cp} \cdot \tau, \quad (5)$$

где $Q_{общ}$ – количество тепла, отдаваемое горячим воздухом семенам, Вт/ч; α – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м² К), F_H – наружная поверхность частиц, м², ΔT_{cp} – средняя разность температур между газом и высушиваемым материалом, К, τ – время сушки семян, ч.

Выразив из уравнения (5) время сушки получим:

$$\tau = \frac{Q_{общ}}{\alpha \cdot F_H \cdot \Delta T_{cp}}. \quad (6)$$

При этом общие затраты тепла в сушилке (кВт/ч) можно определить зависимостью:

$$Q_{общ} = Q_{исп} + Q_M + Q_{пот} \quad (7)$$

где $Q_{исп}$ – количество тепла, затрачиваемое на испарение влаги, кВт·ч

$$Q_{исп} = \left[\frac{W}{3600} \cdot (595 + 0,47 \cdot v_2 - t_1) \right] \cdot 4,19 \quad (8)$$

где v_1 и v_2 начальная и конечная температура газа (воздуха) соответственно 15 °С (288,15К) и 50 °С (323,15К), t_1 и t_2 начальная и конечная температура семян соответственно 15 °С (288,15К) и 30 °С (303,15К);

Q_M – количество тепла, затрачиваемое на нагрев материала, кВт·ч:

$$Q_M = \frac{G_k}{3600} \cdot c_M \cdot (t_2 - t_1) \quad (9)$$

c_M – удельная теплоемкость оболочки, согласно [16] принимаем, 750 Дж/(кг·К);

$Q_{пот}$ – потери тепла в окружающую среду принимаем согласно [15], кВт·ч:

$$Q_{пот} = 0,05 \cdot (Q_{исп} + Q_M). \quad (10)$$

Коэффициент теплоотдачи [17]:

$$\alpha = \frac{Q_{общ}}{F_H \cdot (t_2 - t_1)}, \quad (11)$$

$$F_H = \frac{6 \cdot G_k}{d_э \cdot \rho_T} \quad (12)$$

где G_k – вес частиц, кг; $d_э$ – эквивалентный диаметр частиц, м; ρ_T – плотность оболочки, кг/м³:

$$\Delta T_{cp} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{v_1 + v_2}{2} + \frac{t_1 + t_2}{2} \right) \quad (13)$$

Если принять средний эквивалентный диаметр дражированных семян рапса 2,5 мм, тогда $d_э = 0,0025$ м.

Вес оболочки семян с учетом одной порции в дражирователе:

$$G_k = \rho_{сух} \cdot V_{сух} = 610 \cdot 0,005 \cdot 1,2 = 3,66 \text{ кг.}$$

принимая $d_э = 0,0025$ м, $G_k = 3,66$ кг, $\rho_{сух} = 610$ кг/м³ будем иметь:

$$F_H = \frac{6 \cdot 3,66}{0,0025 \cdot 610} = 14,4 \text{ м}^2$$

Подставляя значения получим:

$$Q_{исп} = \left[\frac{1,7}{3600} \cdot (595 + 0,47 \cdot 323,15 - 288,15) \right] \cdot 4,19 = 3267,5 \text{ кДж/ч} = 0,92 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

$$\Delta T_{cp} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{288,15 + 323,15}{2} + \frac{288,15 + 303,15}{2} \right) = 300,15 \text{ К}$$

$$Q_m = \frac{3,66}{3600} \cdot 0,75 \cdot (303,15 - 288,15) = 4117,5 \text{ кДж/ч} = 1,14 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

$$Q_{\text{пот}} = 0,05 \cdot (0,92 + 1,14) = 369,25 \text{ кДж/ч} = 0,103 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{общ}} = 0,92 + 1,14 + 0,103 = 2,163 \text{ кВт/ч} = 7786,8 \text{ кДж/ч}$$

$$\alpha = \frac{2163}{14,4 \cdot (303,15 - 288,15)} = 10,01 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)},$$

$$\tau = \frac{2163}{10,01 \cdot 14,4 \cdot 300,15} = 0,05 \text{ ч} = 180 \text{ с.}$$

В результате проделанных расчетов было определено предварительное время сушки одной порции семян рапса с искусственной оболочкой в объеме 0,01 м³, оно составило 180 с.

Заключение

Использование для посева семян рапса с искусственной оболочкой имеет большой потенциал для увеличения урожайности этой культуры и снижения себестоимости возделывания. Искусственную оболочку на семенах можно получить путем обработки их в камере смешивания дражироватора.

В процессе формирования оболочки в дражирователе семена приобретают избыточную влажность до 40 %, которую необходимо снизить до рекомендуемых значений в 8–9 %. Для этого целесообразно использовать конвективную сушку внутри камеры смешивания дражироватора. Проведенные теоретические исследования позволили определить количество испаряемой влаги из семян рапса, после формирования на их поверхности искусственной оболочки из бентонитовой глины. Также было определено предварительное время сушки одной порции семян рапса с искусственной оболочкой в объеме 0,01 м³, при минимально допустимой температуре сушильного агента в 50°, оно составило 180 секунд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петровец, В. Р. Результаты полевых исследований дражированных семян гречихи органическими удобрениями на основе гуминовых кислот с обоснованием конструктивно-технологических параметров центробежного дражирователя с лопастным отражателем / В. Р. Петровец, Д. А. Михеев // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук*. 2018. – Т. 56. – № 3. – С. 357–365.
2. Михеев, Д. А. Исследование посевных качеств инкрустированных семян рапса, полученных в центробежном дражирователе с лопастным отражателем / Д. А. Михеев, В. Н. Исаченко // *Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад.* – 2020. – № 2. – С. 144–147.
3. Михеев, Д. А. Дражирование семян сахарной свеклы центробежным дражирователем с лопастным отражателем: монография / Д. А. Михеев. под ред. Д. А. Михеева. – Горки. 2017. – 180 с.
4. Особенности хранения семян масличного рапса [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://www.agronom.com.ua/osobennosty-hranenyya-semyan-maslychnogo-rapsa/> – Дата доступа: 10.04.2021.
5. Вибрационная сушилка DF // PETHUS Technologie GmbH [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <http://russian.petkus.de/produkte/-/info/trocknen/fluidized-bed-dryer-df/fluidized-bed-dryer-df>. – Дата доступа: 05.03.2021.
6. Очистка, сушка и хранение семян рапса [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://http://www.raps.pro/sushka.html> – Дата доступа: 10.03.2021.
7. Жидко В. Н. Зерносушение и зерносушилки / В. Н. Жидко, В. А. Резчиков, В. С. Уколов. – М.: Колос, 1982. – 239 с.
8. Ленточная сушилка DB 150 // PETHUS Technologie GmbH [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <http://russian.petkus.de/produkte/-/info/trocknen/bandrockner/bandrockner> – Дата доступа: 05.03.2021.
9. Зерносушилки непрерывного действия // PETHUS Technologie GmbH [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <http://russian.petkus.de/produkte/-/info/trocknen/daecherschachttrockner>. – Дата доступа: 05.03.2021.
10. Шахтные зерносушилки "GreenWay" // ОАО Борисовский завод Металлист [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://polymya.com/ru/catalog/zernosushilki/shakhtnye/bandrockner> – Дата доступа: 05.03.2021.
11. Мобильные зерносушилки Dozamech // «БелДозаМех» [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://dozamech.com/products/zernosushilka/> – Дата доступа: 05.03.2021.
12. Мобильные зерносушилки серии M// ОАО Борисовский завод Металлист [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://polymya.com/ru/catalog/zernosushilki/mobilnye-zernosushilki/mobilnye-serii-m/> – Дата доступа: 05.03.2021.
13. Сушка рапса [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://www.prosushka.ru/1864-sushka-rapsa.html> – Дата доступа: 10.03.2021.
14. Михеев, Д. А. Исследование нанесения сухого порошка на основе бентонитовой глины на поверхность семян сахарной свеклы при дражировании / Д. А. Михеев // *Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад.* – 2018. – № 2. – С. 177–181.
15. Богатов, Б. А. Искусственная сушка горных пород: учеб. пособие / Б. А. Богатов, Г. А. Куптель, А. И. Яцковец; БНТУ – Минск, 2004. – 156 с.
16. Таблицы удельной теплоемкости веществ (газов, жидкостей и др.) // *Справочник по свойствам веществ и материалов* [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <http://thermalinfo.ru/eto-interesno/tablitzy-udelnoj-teploemkosti-veshhestv/> – Дата доступа: 07.03.2021.
17. Петушенко, С. Н. Результаты экспериментальных исследований процессов теплообмена при первичной холодильной обработке зерна мелкосеменных культур / С. Н. Петушенко // *Холодильна техніка і технологія* 2013 – № 3 (143) – С. 64–68.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ВИТАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ВОРОХА ЛЬНОКОСТРЫ

В. А. ШАРШУНОВ, Н. С. СЕНТЮРОВ, М. В. ЦАЙЦ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: nikolay_senturov@rambler.ru.

(Поступила в редакцию 04.03.2021)

В настоящее время в Беларуси около 50–60 % образующегося вороха льнокостры используется для отопления льнозаводов, а также на хозяйственные нужды населения. И все-таки значительная часть ее остается невостребованной, скапливается на территориях предприятий и является источником пожароопасности и экологического загрязнения. При установке специального оборудования такие отходы могут использоваться для производства пеллет, которое пользуется растущим спросом у иностранных потребителей и может найти широкое применение в Республике Беларусь. Производство пеллет предполагает измельчение и прессование вороха льнокостры, при этом наличие в ней льняного волокна выводит из строя измельчающие устройства, а минеральные примеси увеличивают скорость изнашивания и приводят к отказам рабочих органов прессования из-за абразивного износа. Для снижения негативного влияния на процесс прессования необходимо исключить или снизить до минимума содержание минеральных примесей в ворохе льнокостры. Одним из способов выделения является воздушный способ.

В статье определена скорость витания компонентов вороха льнокостры, установлено, что компоненты вороха льнокостры имеют различную скорость витания: целые и дробленые семена льна и сорных растений – от 1,72 до 5,06 м/с; пучки пакли – от 0,5 до 2,28 м/с; разрушенные семенные коробочки – от 0,11 до 1,28 м/с; минеральные примеси – от 0,11 до 2,17 м/с; льняная костра – от 0,17 до 4,50 м/с; остатки стеблей льна и сорных растений – от 3,06 до 5,5 м/с. Полное выделение воздушным потоком пучков пакли и минеральных примесей приведет к потерям: льняной костры – до 53 %; целых и дробленых семян льна и сорных растений – до 2 %; разрушенных коробочек льна – 100 %.

Установлено, что применение воздушного потока в качестве отдельного способа для выделения минеральных примесей и пучков пакли нецелесообразно из-за неприемлемых потерь компонентов вороха льнокостры. Такой способ можно использовать в сочетании с другими способами выделения.

Ключевые слова: лен-долгунец, скорость витания, ворох льнокостры, компоненты вороха льнокостры, минеральные примеси.

At present, in Belarus, about 50–60 % of the formed heap of flax is used for heating flax factories, as well as for the household needs of the population. Nevertheless, a significant part of it remains unclaimed, accumulates on the territories of enterprises and is a source of fire hazard and environmental pollution. When installing special equipment, such waste can be used for the production of pellets, which is in growing demand among foreign consumers and can be widely used in the Republic of Belarus. The production of pellets involves grinding and pressing a heap of flax, while the presence of flax fiber in it disables the grinding devices, and mineral impurities increase the wear rate and lead to failures of the working bodies of pressing devices due to abrasive wear. To reduce the negative impact on the pressing process, it is necessary to exclude or reduce to a minimum the content of mineral impurities in the flax heap. One of the isolation methods is the air method.

The article defines the speed of soaring of flax heap components, it is established that the components of the heap of flax have different speed of soaring: whole and crushed seeds of flax and weeds – from 1.72 to 5.06 m / s; tow bundles – from 0.5 to 2.28 m / s; destroyed seed pods – from 0.11 to 1.28 m / s; mineral impurities – from 0.11 to 2.17 m / s; flax straw – from 0.17 to 4.50 m / s; remnants of flax and weed stems – from 3.06 to 5.5 m / s. Complete release of tow bundles and mineral impurities by the air flow will lead to losses: flax straw – up to 53 %; whole and crushed flax seeds and weeds – up to 2 %; destroyed boxes of flax – 100 %.

It was found that the use of an air flow as a separate method for separating mineral impurities and tow bundles is impractical due to unacceptable losses of flax heap components. This method can be used in combination with other selection methods.

Key words: fiber flax, soaring speed, flax heap, components of the flax heap, mineral impurities.

Введение

Современные льнозаводы Республики Беларусь – это высокотехнологичные предприятия, на которых постоянно ведутся работы по совершенствованию конструкций оборудования, повышению уровня их автоматизации и производительности. Однако по мере наращивания объемов производства наиболее ценного продукта первичной переработки льна – длинного волокна, увеличивается и количество отходов производства – вороха костры льна [1].

Ворох льнокостры получается при первичной переработке льна-долгунца, имеет большую привлекательность для производства пеллет, поскольку имеет в своем составе большое количество лигнина (21...29 %). Лигнин выступает связующим элементом в процессе прессования пеллет и оказывает существенное влияние на их качество. Вместе с тем перспективы использования вороха льнокостры в качестве материала для производства пеллет ограничивается рядом факторов: содержание в нем мелкого волокна, минеральных и других примесей. Волокно затрудняет процесс измельчения вороха на этапе подготовки к прессованию, а минеральные и другие примеси увеличивают скорость изнашивания и приводят к отказам рабочих органов прессования из-за абразивного износа.

Увеличить надежность производственного процесса и срок эксплуатации рабочих органов прессования при производстве пеллет из вороха льнокостры можно, исключив или снизив до минимума содержание минеральных примесей в ней.

При выделении из вороха льнокостры минеральных примесей, таких как песок, почва и др., применяют различные способы очистки: воздушный, гидравлический, вибрационный, инерционный, комбинированный и др. [2].

Для правильного определения способов выделения минеральных примесей из вороха льнокостры необходимо определить физико-механические свойства его компонентов.

В общей структуре вороха льнокостры распределение компонентов варьируется в пределах: льняная костра – 68...84 %, целые и дробленые семена льна и сорных растений – 1,4...2,9 %, пучки пакли – 4...19,6 %, разрушенные коробочки льна – 2,3...5,4 %, минеральные примеси – 3,2...16 %, остатки стеблей льна и сорных растений – 3,1...11 % [3].

Основная масса льняной костры имеет средние размеры частиц по длине 9,08...20,92 мм, по ширине 1,1...1,5 мм и толщине 0,33...0,42 мм, основная масса целых и дробленых семян льна и сорных растений имеет средние размеры частиц по длине 2,1...3,26 мм, по ширине 0,71...1,16 мм и толщине 0,62...0,72 мм, основная масса разрушенных коробочек льна имеет средние размеры частиц по длине 3,24 мм, по ширине 1,68 мм и толщине 1,33 мм, основная масса остатков стеблей льна и сорных растений имеет средние размеры частиц по длине 16,14...34,7 мм, по диаметру 1,28...1,35 мм, наибольший удельный вес пучков пакли имеет средние размеры пучков 1,92...5,95 г, основная масса минеральных примесей имеет средние размеры частиц по эквивалентному диаметру 176,1...593,9 мкм [3].

Одним из показателей аэродинамических свойств является скорость витания. Скорость воздушного потока, при котором частица находится во взвешенном состоянии, называется скоростью витания. Скорость витания различных частиц может колебаться в некоторых пределах из-за непостоянства скорости воздушного потока и изменения миделева сечения. Для разделения компонентов вороха льнокостры скорость воздушного потока нужно выбирать больше скорости витания для частиц удаляемой фракции.

Скорость витания частиц для каждой i -й фракции компонента вороха льнокостры находили в пределах от значения скорости воздушного потока V_{i-1} при выделении предыдущей ($i-1$) фракции до значения скорости воздушного потока V_i . Средняя скорость витания частиц выделенной фракции определялась:

$$V_{\text{в.ср}} = (V_{i-1} + V_i) / 2, \quad (1)$$

где V_{i-1} – скорость воздушного потока при выделении предыдущей фракции, м/с; V_i – скорость воздушного потока выделяемой фракции, м/с.

Целью исследования является определение скорости витания компонентов вороха льнокостры.

Основная часть

Определение скорости витания компонентов вороха льнокостры можно произвести на лабораторной установке фирмы «Петкус», которая представлена на рис. 1.

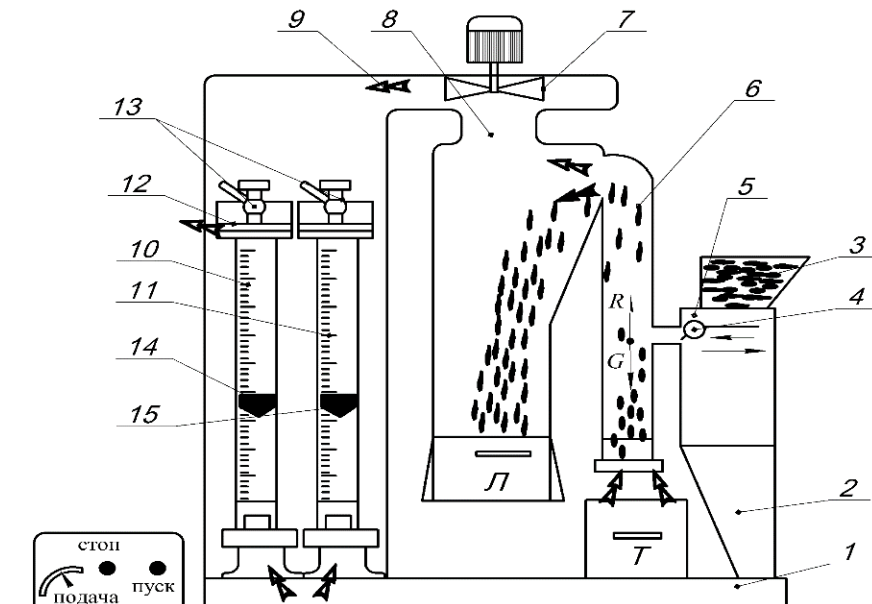


Рис. 1. Лабораторная установка для исследования аэродинамических свойств:

1 – станция, 2 – кронштейн; 3 – бункер; 4 – дозирующая заслонка; 5 – дно бункера; 6 – вертикальный канал; 7 – вентилятор; 8 – осадочная камера; 9 – горизонтальный канал; 10, 11 – расходомеры; 12, 13 – регулировочные заслонки; 14, 15 – металлические поплавки указатели

Установка имеет станину 1, на которой установлен с помощью кронштейна 2 бункер 3. Выходное отверстие бункера 3 закрывается дозирующей заслонкой 4, а дно бункера 5 приводится в колебательное движение с помощью электровибратора. При работе установки компоненты вороха льнокостры из бункера 3 вводятся в вертикальный канал 6, через который вентилятор 7 всасывает воздух. На пути движущегося воздушного потока имеется осадочная камера 8, в которой за счет падения скорости воздуха увлекаемая им легкая фракция компонентов вороха льнокостры попадает в сборник легкой фракции «Л», а тяжелая фракция компонентов вороха льнокостры, у которых сила тяжести больше силы воздушного потока, по вертикальному каналу 6 выпадают в сборник тяжелой фракции «Т». После прохождения лопастей вентилятора, воздушный поток через горизонтальный канал 9 и расходомеры 10, 11 выходит наружу в отверстия, закрываемые регулируемыми заслонками 12, 13. Для грубого регулирования расхода воздуха используется расходомер 10, для более точного – расходомер 11.

Внутри расходомеров 10, 11 установлены металлические поплавки-указатели 14, 15. В зависимости от степени открытия регулировочных заслонок 12, 13 изменяется количество воздуха, проходящего через кольцевые щели между внутренними стенками расходомеров и металлическими поплавками-указателями 14, 15. При этом металлические поплавки-указатели 14, 15 занимают определенное положение по высоте, которое соответствует расходу воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$), указанному на шкале расходомера [4, 5].

Для определения скорости витания вороха льнокостры были взяты пробы на льнозаводах ОАО «Горкилен» и ОАО «Ореховский льнозавод». Площадь отвала вороха льнокостры разбивалась на 10 равных секторов. Затем из этих 10-секторов случайным образом выбиралось пять [6, 7, 8], из которых отбирались навески вороха льнокостры массой не менее пяти килограмм, на глубину всей насыпи. Такой объем вороха соответствует требованиям обеспечения достаточной для сельскохозяйственной механики точности экспериментов. После отбора образцов производилась их разделение на компоненты: целые и дробленые семена льна и сорных растений, пучки пакли, разрушенные семенные коробочки, минеральные примеси, льняная костра, остатки стеблей льна и сорных растений. Полученные таким образом компоненты взвешивались по отдельности на электронных весах ВК-600 с точностью 0,01 г (табл. 1).

Таблица 1. Результаты разделения вороха льнокостры на компоненты по массе [2]

| Наименование компонента | Масса, г | Процентное содержание, % |
|---|----------|--------------------------|
| Целые и дробленые семена льна и сорных растений | 107,5 | 2,15 |
| Пучки пакли | 140,0 | 2,80 |
| Разрушенные семенные коробочки | 192,5 | 3,85 |
| Минеральные примеси | 355,0 | 7,10 |
| Льняная костра | 3800,0 | 76,00 |
| Остатки стеблей льна и сорных растений | 405,0 | 8,10 |
| Итого: | 5000 | 100 |

Исследования проводились на кафедре сельскохозяйственных машин УО БГСХА следующим образом. Навеску компонента вороха льнокостры засыпали в бункер исследуемого материала 3. Затем включали в работу вентилятор 7 и после стабилизации режима его работы регулировочными заслонками 12 и 13 устанавливали необходимый расход воздуха, соответствующий началу разделения компонента на легкие и тяжелые фракции. Далее с помощью дозирующей заслонки 4 осуществляли подачу навески компонента вороха льнокостры в вертикальный канал 6. Частицы, для которых сила тяжести меньше силы воздушного потока, перемещались вместе с воздушным потоком в осадочную камеру 8 и попадали в сборник легкой фракции «Л», а частицы компонента, у которых сила тяжести больше силы воздушного потока, оседали в сборник тяжелой фракции «Т».

После прохождения всей навески через воздушный канал выделенную в сборник легкой фракции «Л» фракцию взвешивали и откладывали в сторону. А фракцию из сборника тяжелой фракции «Т» пропускали снова через установку, увеличив предварительно расход воздуха на $1 \text{ м}^3/\text{ч}$. Опыты проводили до тех пор, пока вся навеска не выделится в сборник легкой фракции «Л». При этом каждый раз увеличивали расход воздуха на $1 \text{ м}^3/\text{ч}$. Аналогично проводили исследование для каждого компонента вороха льнокостры.

Результаты проведенных исследований представлены на рис. 2.

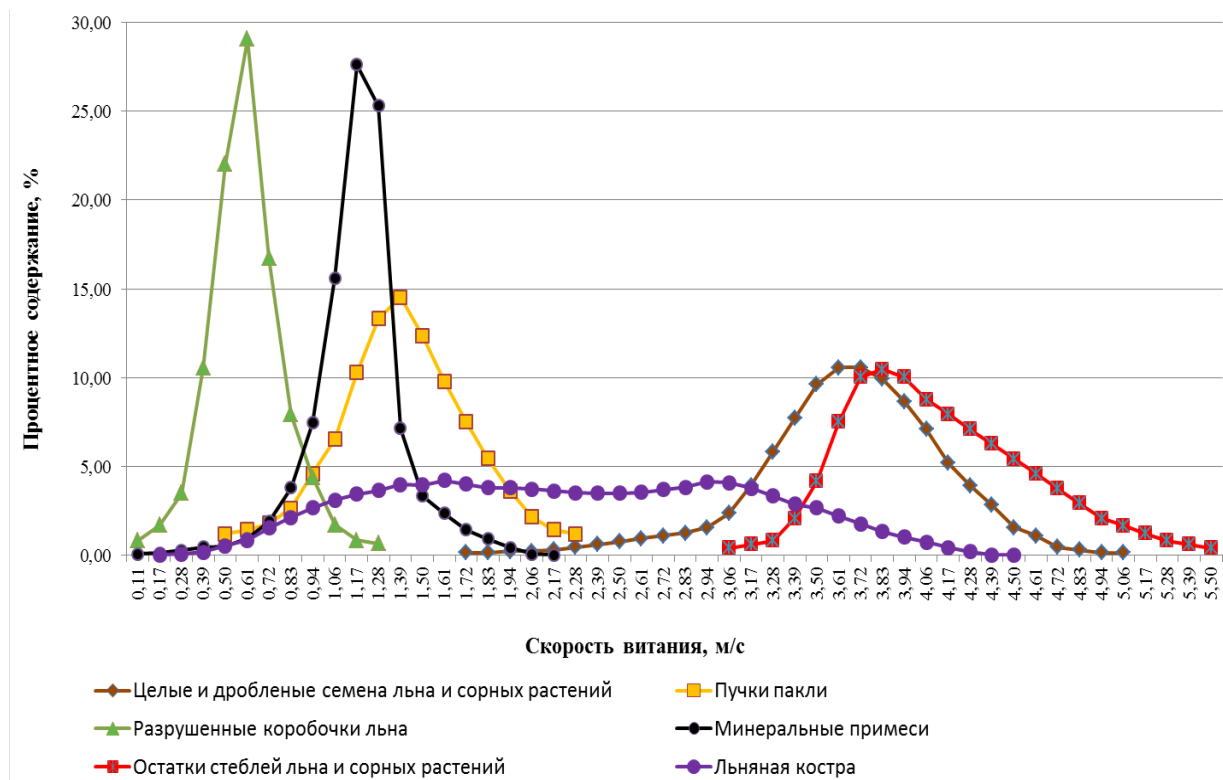


Рис. 2. Распределение компонентов вороха льнокостры по скорости витания

Анализ представленных данных показывает, что компоненты вороха льнокостры имеют различную скорость витания: целые и дробленые семена льна и сорных растений – от 1,72 до 5,06 м/с; пучки пакли – от 0,5 до 2,28 м/с; разрушенные семенные коробочки – от 0,11 до 1,28 м/с; минеральные примеси – от 0,11 до 2,17 м/с; льняная костра – от 0,17 до 4,50 м/с; остатки стеблей льна и сорных растений – от 3,06 до 5,5 м/с.

Следует отметить, что скорость витания разрушенных коробочек льна имеет эксцесс распределения в диапазоне скорости воздушного потока от 0,4 до 0,8 м/с, что в первую очередь связано с низким разбросом размеров коробочек.

Скорость витания минеральных примесей также имеет эксцесс распределения в диапазоне скорости воздушного потока от 0,95 до 1,38 м/с, и имеет незначительную левостороннюю асимметрию.

Пучки пакли имеют эксцесс распределения скорости витания в диапазоне от 1,06 до 1,7 м/с и имеет правостороннюю асимметрию. Асимметрия связана с присутствием в пучках пакли неотделенных остатков стеблей и костры льна.

Целые и дробленые семена льна и сорных растений имеют эксцесс распределения скорости витания в диапазоне от 3,28 до 4,17 м/с и имеет правостороннюю асимметрию. Асимметрия вызвана в первую очередь формой семян, которые при дроблении принимают форму близкую к сфере.

Скорость витания остатков стеблей льна и сорных растений имеет эксцесс распределения в диапазоне скорости воздушного потока от 3,5 до 4,5 м/с и имеет левостороннюю асимметрию. Асимметрия вызвана в первую очередь разной по плотности стеблей льна и стеблей сорных растений, а также различным их процентным содержанием от общей массы фракции компонента.

Наиболее разноразмерным и разноразмерным компонентом вороха льнокостры является сама костра, и поэтому скорость ее витания имеет отрицательный эксцесс распределения с двумя вершинами кривой. При этом вогнутость кривой является не существенной и диапазон эксцесса можно определить в пределах от 0,85 до 3,6 м/с.

Заключение

Анализируя возможность выделения из вороха льнокостры воздушным потоком пучков пакли и минеральных примесей, следует отметить, что полное их выделение приведет к потерям: льняной костры – до 53 %; целых и дробленых семян льна и сорных растений – до 2 %; разрушенных коробочек льна – 100 %. На основании изложенного можно сделать вывод о том, что применение воздушного потока в качестве отдельного способа для выделения минеральных примесей и пучков пакли нецелесообразно из-за неприемлемых потерь компонентов вороха льнокостры. Однако нельзя исключить

применение воздушного потока полностью, его можно использовать в сочетании с другими способами выделения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стош, Е. В. Эколого-экономическая эффективность организации производства топливных брикетов из льнокостры / Е. В. Стош, И. А. Басалай // Сборник трудов Международной научно-технической конференции «Промышленная экология» / под общ. ред. Басалай И. А. – БНТУ, Минск, 2015. – С. 385–391.
2. Определение засоренности льнокостры минеральными примесями и способы их выделения / В. А. Шаршунов [и др.] // Вестник БГСХА. – 2013. – № 2. – С. 120–124.
3. Шаршунов, В. А. Определение размерных характеристик компонентов вороха льнокостры / В. А. Шаршунов, Н. С. Сентюров, М. В. Цайц. – Вестник БГСХА. – 2020. – №3. – С. 169–175.
4. Сельскохозяйственные машины: Методические указания по выполнению лабораторных работ / А. В. Клачков [и др.]. – Горки: БГСХА, 2017. – 38 с.
5. Ермольев, Ю. И. Основы научных исследований в сельскохозяйственном машиностроении: учеб. пособие / Ю. И. Ермольев. – Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2003. – 243 с.
6. Веденяпин, Г. В. Общая методика экспериментальных исследований и обработки опытных данных. М.: Колос, 1967. – 159 с.
7. Надежность в технике. Термины и определения: ГОСТ 27.002-2015. – Введ. 01.03.2017. – Москва: Изд-во стандартиформ, 2016. – 28 с.
8. Техника сельскохозяйственная. Комплексная система обеспечения надежности: СТБ 1917-2008. – Введ. 01.06.09. – Минск: БелГиСС, 2009. – 120 с.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПОСЕВА ЛЬНА

В. Р. ПЕТРОВЕЦ, В. В. АМЕЛИЧЕВ

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 231407*

(Поступила в редакцию 10.03.2021)

Лен-долгунец является ценная техническая культура многоотраслевого назначения. Он имеет широкое применение для получения волокна и семян. Льняное волокно идет на изготовление разнообразных тканей, обтирочного и упаковочного материала. Из семян льна получают льняное масло, которое используется как в пищевой, так и в других отраслях промышленности. Являясь уникальным растением, лен-долгунец, при умелом возделывании может оказывать значительное влияние на прибыль предприятий. По этой причине с начала XXI века в Беларуси проводится переоборудование и модернизация льнозаводов и комбинатов для повышения качества переработки волокна. Это привело к тому, что увеличение производительности технологических линий в 1,6 раза от старых.

Возделывания льна в настоящее время является приоритетной задачей. Причем не только на государственном уровне, но и на международном. Это доказывает то, что между Беларусью и Россией существовала союзная программа по развитию льняной промышленности.

Лён является одной из исторически возделываемой культуры в Республике Беларусь. Но кроме Беларуси производством льна занимаются страны Западной и Восточной Европы, Азии и Америки. Причем по производству льна в числах лидера были Канада, Франция, а также Китай.

Статья посвящена изучению опыта посева льна за рубежом. Здесь приведены особенности технологий посева льна в Западной и Восточной Европе, Китае, а также машины и агрегаты для посева льна, которые применяются в Западной Европе.

Ключевые слова. *лен, Франция, Польша, Китай, Нидерланды, сеялки, комбинированные агрегаты.*

Fiber flax is a valuable industrial crop for diversified purposes. It is widely used in fiber and seed production. Linen fiber is used for the manufacture of various fabrics, cleaning and packaging materials. Linseed oil is obtained from flax seeds, which is used both in food and in other industries. Being a unique plant, fiber flax, when skillfully cultivated, can have a significant impact on the profit of enterprises. For this reason, since the beginning of the 21st century, Belarus has been re-equipping and modernizing flax factories and combines to improve the quality of fiber processing. This led to the fact that an increase in the productivity of technological lines is 1.6 times that of the old ones.

The cultivation of flax is currently a priority. And not only at the state level, but also at the international level. This is shown in the fact that there was a union program for the development of linen industry between Belarus and Russia.

Flax is one of the historically cultivated crops in the Republic of Belarus. But, besides Belarus, the countries of Western and Eastern Europe, Asia and America are engaged in the production of flax. Moreover, the leaders in the production of flax were Canada, France, and also China.

The article is devoted to the study of experience of sowing flax abroad. We have presented the features of flax sowing technologies in Western and Eastern Europe, China, as well as machines and units for flax sowing, which are used in Western Europe.

Key words. *flax, France, Poland, China, Netherlands, seeders, combined units.*

Введение

Беларусь – одна из стран, где лен выращивают в промышленных масштабах, а сама отрасль является стратегической. За 2020 год в нашей стране было собрано 47,7 тыс. тонн льноволокна, что было собрано на 3,2 % больше, чем в 2019 году, и на 20,8 % больше, чем в 2018. При этом увеличилась урожайность с 8,7 ц/га до 10,2 ц/га [1].

В настоящее время представление о престижности возделывания этой культуры меняется не только в Беларуси, но и в европейских странах. По объемам производства льноволокна Беларусь занимает третье место, уступая Францию и Бельгию [2, 3]. В этих странах за 2020 год добились урожайности льноволокна до 20–25 ц/га и собрали до 120 тыс. тонн. Также во Франции и Бельгии площади под посев льна увеличились. В Бельгии по-прежнему площадь увеличена с 12 000 га в 2010 году до примерно 16 000 га в 2019 году, тогда как во Франции площадь посевных площадей увеличилась вдвое с 2015 года с 60 000 га до 120 000 га [4].

На формирование урожайности льна, как и любой сельскохозяйственной культуры, влияют следующие факторы:

- объективные (плодородие почвы, погодные условия, а также факторы, которые использование их нецелесообразно с экономической и экологической точки зрения);
- субъективные (обработка почвы, посев, средства защиты растений, внесение удобрений, сорта семян, обработка гербицидами);
- косвенные (наличие вблизи водоемов и лесов).

Одним из важнейших факторов является соблюдение агротехнических требований при посеве, которые в себя включают норму внесения семян, равномерность внесения по глубине и по поверхности, сроки и качество посева [5]. В связи с этим мы рассмотрим особенности посева льна в странах Западной и Восточной Европы, а также Китая.

Основная часть

Для оптимального роста льна необходим умеренный и влажный климат. Этот климат встречается в разных регионах Франции, включая Нормандию. Поэтому льняные культуры в основном представлены в Приморской Сене, Евре и Кальвадосе. Но эта культура также выращивают в других уголках Франции, таких как Пикардия, Па-де-Кале или даже Сена и Марна [6].

Для получения качественного льна соблюдают 6-летний севооборот между льняными культурами. Это помогает очистить почву, не давая там поселиться определенным вредителям.

Посев льна обычно проводят в апреле, в зависимости от погодных условий. Затем семена высевают по полям так, чтобы плотность всходов составлял от 1500 до 1600 всходов на квадратный метр. Именно эта плотность позволяет сохранить наилучшее соотношение между выходом и качеством волокон [7].

Посев льна осуществляется рядовым способом механическими сеялками KUNH Logiseme M3000, пневматическими сеялками LEMKEN Solitair 9, посевными комплексами LEMKEN Compact-Solitair 9 с междурядьем 12,5 см. Посевной комплекс LEMKEN Compact-Solitair 9 позволяет проводить посев льна с одновременной дополнительной обработкой почвы и внесением твердых минеральных удобрений. Данный комплекс оснащен гидравлически регулируемые выравнивающими планками или дисковыми следорыхлителями, дисковыми боронами Гелиодор или ротационными боронами Циркон, двухдисковых сошников для внесения удобрений, шинными прикатывающими катками, трапечиевидными почвоуплотняющими катками, а также прикатывающими роликами введения глубины для точной заделки семян.

Особенностью при проведении посева является то, что проводят дополнительные операции. Например: при посеве льна использовать орудия для дополнительной обработки почвы либо машины для внесения жидких удобрений на передней навеске [8]. При проведении дополнительных операций с применением передней навески происходит рациональное распределение силы, которые действуют на машинно-тракторный агрегат, обеспечение устойчивости движения и снижение буксования, уменьшает число технологических операций за один проход, сокращает проведение сроков сельскохозяйственных работ [9]. Применение таких агрегатов позволяет уменьшить также себестоимость производства льна и другой сельскохозяйственной продукции растениеводства.

При посеве все семена льна должны находиться на одинаковой глубине, чтобы избежать появления всходов в шахматном порядке. Поэтому регулярность на линии будет очень важна. Лен рекомендуется сеять на глубину 1...2 см. Также при посеве необходимо избегать следов от колес, используя подходящее оборудование. Для равномерного высева семян агрегат должен двигаться со скоростью 7 км/ч [10].

Помимо этого, лен производится в Нидерландах, Египте, Китае и странах Восточной Европы. В Нидерландах так же применяют посев льна рядным способом с совмещением операций. Для посева льна используют сеялки KVERNELAND Accord, AMAZONE D9-30.

Посев льна в Польше проводят также в апреле. Оптимальная густота посадки в день уборки льна должна быть 1600–1800 шт/м². Для получения такой густоты растений на промышленных плантациях следует высевать от 110 до 130 кг/га семян, способных к прорастанию, т.е. от 2000 до 2400 семян на 1 м².

Для посева льна стремятся использовать рядную сеялку с шириной междурядья 8 см либо специальные льняные сеялки. Посев осуществляют на глубину 2 см, так как более глубокая заделка семян увеличивает количество исчезновений [11].

Посев льна в Китае проводят мае. Норма высева льна должна колебаться от 90 до 112,5 кг/га в зависимости от типа почвы. Посев осуществляется обычной зерновой сеялкой, при этом осуществляют посев дважды. Если ширина междурядья сеялки составляет 10 см, то второй посев можно засеять обратно между двумя рядами первого прохода. Перекрестный посев не допускается, иначе это не способствует уборке урожая.

Глубина посева льна в основном зависит от влажности почвы. Обычно глубина составляет до 2 см. Самая наибольшая глубина должна составлять не более 2,5 см. Сеялка должна быть снабжена крышкой, которая после посева должна плотно прилегать [12].

В общем, возделывание льна в мире характеризуется высокой степени наукоемкости всех производственных процессов. Создание конкурентоспособной продукции основывается на взаимосвязи науки и производства [13].

Заключение

Анализируя зарубежный опыт возделывания льна, можно сделать вывод, что страны при посеве льна используют свои особенности технологий. При посеве льна в странах Западной Европы используют для посева зерновые сеялки и посевные комплексы с междурядьем 12,5 см. По мнению авторов, данное междурядье неприемлемо для посева льна в Республике Беларусь при этом, так как в 2 раза превышает агротехнические требования. Согласно [14] при проведении посева с междурядьем 12,5 см происходит потеря урожайности льноволокна до 10 %. При этом в Китае, Польше, России используются посевные машины с междурядьем от 7,5 до 10 см.

Для уменьшения себестоимости льна-долгунца можно совместить операции не только для обработки почвы, но и во время посева семян. Например: проводить посев сеялкой СПУ-6Л или комбинированным посевным почвообрабатывающим агрегатом АПЛ-4 с одновременным внесением удобрений на передней навеске учитывая то, что в Беларуси выпускаются тракторы с передним навесным устройством. Кроме того, сократятся сроки проведения посева, и обеспечатся устойчивости движения агрегата с увеличением сцепления колес с почвой.

Также на повышение урожайности льна-долгунца до 20–25 ц/га влияют природные климатические условия и применение сортов льна, которые дают высокую урожайность. В Беларуси проводят посев французских сортов льна, и они дают относительно высокий урожай.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валовой сбор и урожайность льноволокна [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 1998-2021. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/selskoe-khozyaistvo/graficheskiy-material-grafiki-diagrammy/valovoy-sbor-i-urozhaynost-lnovolokna/> – Дата доступа: 29.03.2021
2. Петровец, В. Р. Состояние и перспективы развития возделывания льна в Республике Беларусь / В. Р. Петровец, В. В. Амеличев // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: сборник научных трудов. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 363–365.
3. Пекарская, Л. И. Современное состояние льноводства в Республике Беларусь. Территориальные особенности развития отрасли / Л. И. Пекарская, Н. Ф. Воронкова // Социально-экономическая география в XXI веке: региональное развитие: материалы Межвузовского республиканского семинара, 17–18 ноября 2016 г. – Минск: БГУ, 2017. – С. 61–66.
4. Vlas laat dit jaar mooie opbrengstcijfers zien [электронный ресурс] // NIEUWEOOGST, 2020. – Режим доступа: <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2019/09/13/vlas-laait-dit-jaar-mooie-opbrengstcijfers-zien> – Дата доступа: 15.12.2020.
5. Астахов В. С. Факторы, влияющие на урожайность сельскохозяйственных культур и их качество / В. С. Астахов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: сборник научных трудов. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 363–365.
6. Les différentes zones de production du lin dans le monde et en France [электронный ресурс] // Le lin cote nature, 2020. – Режим доступа: <https://www.linelin-cotenature.fr/FR/Les-zones-de-production-41.html> – Дата доступа: 19.12.2020
7. La culture du lin dans les champs en 5 étapes [электронный ресурс] // LIN DE FRANCE, 2021. – Режим доступа: <http://linfrance.com/la-culture-du-lin-dans-les-champs-en-5-etapes/> – Дата доступа: 05.01.2021.
8. Комбинированные почвообрабатывающие агрегаты [электронный ресурс] // СельхозПортал, 2016–2021. – Режим доступа: <https://xn--80ajgpcpbhks4a4g.xn--p1ai/articles/kombinirovannye-pochvoobrabatyvayushhie-agregaty/> – Дата доступа: 15.03.2021
9. Дополнительные орудия для повышения эффективности основной обработки почвы оборотными плугами / И. С. Крук [и др.] // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции. – Минск, 2016. – С. 17–20.
10. Maîtriser le peuplement dès le semis [электронный ресурс] // Terre-net Média, 2020. – Режим доступа: <https://www.terre-net.fr/observatoire-technique-culturale/strategie-technique-culturale/article/lin-fibre-maitriser-le-peuplement-des-le-semis-217-145473.html> – Дата доступа: 21.11.2020.
11. Krzysztof Heller. Metodyka integrowanej ochrony roślin dla uprawy lnu włóknistego. – Poznań, 2012. – 87 с.
12. Лен [электронный ресурс] // Baidu, 2021 – Режим доступа: <https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%9A%E9%BA%BB/5295254> – Дата доступа: 11.01.2021.
13. Пестис, М. В. Состояние и перспективы производства и переработки льна в условиях Гродненской области: монография / М. В. Пестис, И. М. Шинтарь, П. В. Пестис. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 168 с.
14. Петровец, В. Р. Способы посева льна-долгунца, применяемые в Республике Беларусь / В. Р. Петровец, В. В. Амеличев // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: сборник научных трудов. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 363–365.

БОРТОВОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ФРИКЦИОННЫХ ДИСКОВ ГИДРОПОДЖИМНЫХ МУФТ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРА «БЕЛАРУС»

И. И. БОНДАРЕНКО, В. Г. КОСТЕНИЧ, А. Г. БЕЛЕВИЧ

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220023, e-mail: kaf.tia@bsatu.by

В. А. БЕЛОУСОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: ktrauto@tut.by

(Поступила в редакцию 18.03.2021)

Бортовая диагностика, как элемент конструкции колесных и гусеничных машин, позволит перейти к их техническому обслуживанию по фактической необходимости, и за счет этого исключить, с одной стороны, возможность эксплуатации неисправных колесных и гусеничных машин, а с другой – необоснованные простои, материальные и трудовые затраты, например при преждевременной замене гидроджимных муфт.

Необходимость создания подобных систем вызвана тем, что у большинства колесных и гусеничных машин при проведении диагностических работ, отмечаются значительные отклонения параметров, характеризующих их техническое состояние до проведения диагностических работ, т.е. колесные и гусеничные машины эксплуатируются в ряде случаев при недопустимых или критических режимах, что отрицательно сказывается на работоспособности узлов, безопасности движения, экологических, экономических и других показателях.

Часть колесных и гусеничных машин, находящихся в технически исправном состоянии, в соответствии с графиком проведения регламентных работ подвергается преждевременному диагностированию или техническому обслуживанию, т.е. очевидны необоснованные трудовые и материальные затраты. Таким образом, бортовое диагностирование технического состояния узлов и агрегатов колесных и гусеничных машин и, в частности, степени износа фрикционных дисков гидроджимных муфт коробок передач, является весьма актуальной задачей.

Повышение эксплуатационной надежности колесных и гусеничных машин, снижение затрат на техническое обслуживание и ремонт возможны только при своевременном и объективном определении их технического состояния. Эффективным способом повышения качества проведения технического обслуживания и ремонта, а также эксплуатационной надежности колесных и гусеничных машин является диагностирование их технического состояния.

Определены на стенде пороговые значения работ трения фрикционных дисков гидроджимных муфт коробки передач, соответствующие их предельно допустимым износам. Приведена схема стенда для испытаний гидроджимных муфт коробки передач. Получены результаты испытаний.

Ключевые слова: пороговое значение, гидроджимная муфта, трактор, работа трения, фрикционные диски, бортовое диагностирование.

On-board diagnostics, as an element of the design of wheeled and tracked vehicles, will allow you to switch to their maintenance as required, and thereby exclude, on the one hand, the possibility of operating faulty wheeled and tracked vehicles, and on the other hand, unreasonable downtime, material and labor costs, for example, in case of premature replacement of hydraulic clutches.

The need to create such systems is due to the fact that in most wheeled and tracked vehicles during diagnostic work, there are significant deviations in the parameters characterizing their technical condition before carrying out diagnostic work, i.e. wheeled and tracked vehicles are operated in a number of cases under unacceptable or critical conditions, which negatively affects the performance of units, traffic safety, environmental, economic and other indicators.

Part of wheeled and tracked vehicles that are in a technically sound condition, in accordance with the schedule of routine maintenance, are subjected to premature diagnostics or maintenance, i.e. unreasonable labor and material costs are obvious. Thus, on-board diagnostics of the technical condition of units and assemblies of wheeled and tracked vehicles and, in particular, the degree of wear of friction discs of the hydraulic clutches of gearboxes is a very urgent task.

Improving the operational reliability of wheeled and tracked vehicles, reducing the cost of maintenance and repairs are possible only with timely and objective determination of their technical condition. An effective way to improve the quality of maintenance and repair, as well as the operational reliability of wheeled and tracked vehicles is to diagnose their technical condition.

The threshold values of friction work of friction discs of the hydraulic clutches of gearbox, corresponding to their maximum permissible wear, were determined at the stand. The diagram of the stand for testing the hydraulic clutches of the gearbox is presented. The test results are obtained.

Key words: threshold value, hydraulic clutch, tractor, friction work, friction discs, on-board diagnostics.

Введение

Сложившийся в прошлом столетии и получивший наибольшее распространение регламентный характер контрольно-диагностических работ не может обеспечить поддержания требуемого уровня технического состояния колесных и гусеничных машин, так как не учитывает индивидуальные особенности каждой машины, условия ее эксплуатации, технического обслуживания и проведенные ранее ремонтные воздействия. Внешние средства диагностирования при их эпизодическом использовании также не позволяют своевременно выявлять постепенные и внезапные отказы. Именно стремление снять указанные ограничения стимулировало разработку бортовых систем диагностирования ко-

лесных и гусеничных машин [1].

Одна из основных задач, стоящих перед экономикой Республики Беларусь в ходе ее радикального реформирования и интегрирования в мировую систему хозяйствования, заключается в повышении технического уровня и обеспечении конкурентоспособности выпускаемой продукции и, в частности, тракторов.

Эта задача может быть решена путем внедрения в конструкцию трактора бортовых систем диагностирования силового агрегата и, в частности, коробок передач с гидropоджимными муфтами.

Разработка методов бортового диагностирования технического состояния коробок передач с гидropоджимными муфтами предполагает определение такого диагностического параметра как пороговое значение работы трения фрикционных дисков для каждой передачи.

В результате проведенных стендовых испытаний гидropоджимных муфт коробки передач трактора «Беларус» эти пороговые значения работы трения для каждой передачи были определены экспериментальным путем.

Основная часть

Общая структурная схема микропроцессорной системы бортового диагностирования технического состояния гидромеханических коробок передач представлена на рис. 1. Она является составной частью (модулем) комплексной управляющей, диагностической и информационной системы колесных и гусеничных машин [2].

Процесс бортового диагностирования технического состояния гидромеханических коробок передач начинается с проверки выражения:

$$P_{\text{кп}} = P_{\text{кп.ном}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{кп}}$ – текущее значение информационного сигнала давления масла в гидросистеме коробки передач; $P_{\text{кп.ном}}$ – значение информационного сигнала, соответствующего номинальному давлению масла в гидросистеме коробки передач.

Если выражение (1) не выполняется, то производится локализация неисправности, предусматривающая следующие проверки:

$$P_{\text{кп}} < P_{\text{кп.ном}}, \quad (2)$$

выполнение которой свидетельствует о неисправности типа «Низкое давление масла в гидросистеме коробки передач»;

$$P_{\text{кп}} > P_{\text{кп.ном}}, \quad (3)$$

выполнение которой свидетельствует о неисправности типа «Высокое давление масла в гидросистеме коробки передач».

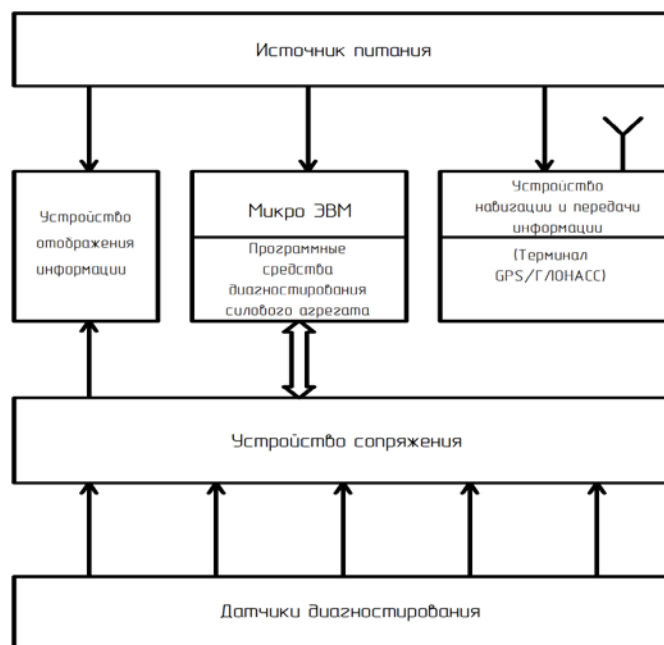


Рис. 1. Структурная схема микропроцессорной системы бортового диагностирования технического состояния гидромеханических коробок передач

Рассмотрим метод бортового диагностирования технического состояния гидropоджимных муфт коробки передач в части оценки степени износа и величины остаточного ресурса фрикционных дисков, используя при этом работу трения как интегральный показатель. Предположительно износ

фрикционных дисков пропорционален работе трения.

Этот метод диагностирования степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач отличается от традиционных, основанных на непосредственном измерении толщины пакета фрикционных дисков [3].

Диагностирование степени износа и величины остаточного ресурса фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач осуществляется микропроцессорной системой по определенному алгоритму путем обработки следующей математической зависимости:

$$L = \int_0^t M \left| (\omega_g - \omega_e) \right| dt, \quad (4)$$

$$\Delta = \frac{\sum_{p=1}^n L_p}{L_0} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где L – текущее значение работы трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты; ω_g, ω_e – текущие значения угловых скоростей ведущих и ведомых дисков гидроподжимной муфты коробки передач соответственно; t – время трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты; M – момент трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты; Δ – степень износа фрикционных дисков гидроподжимной муфты; $p = 1, 2 \dots, n, n$ – количество включений и выключений гидроподжимной муфты; L_0 – числовое значение работы трения, соответствующее предельно допустимому износу фрикционных дисков гидроподжимной муфты (определяется экспериментально).

При достижении гидроподжимной муфтой значения работы трения, соответствующего предельно допустимому износу фрикционных дисков, на устройстве отображения информации (дисплее) появляется сигнал о необходимости замены данной муфты.

Диагностирование пробуксовки гидроподжимных муфт коробки передач начинается с проверки системы уравнений вида:

$$\left. \begin{array}{l} P_{\text{кп}} = P_{\text{кп.ном}} \\ \omega_g = \omega_e \end{array} \right\}. \quad (6)$$

Если какое-либо из условий выражения (6) не выполняется, то проводится локализация неисправности, предусматривающая следующие проверки:

$$\left. \begin{array}{l} P_{\text{кп}} < P_{\text{кп.ном}} \\ \omega_g > \omega_e \end{array} \right\}, \quad (7)$$

выполнение которой свидетельствует о неисправности типа «Пробуксовка гидроподжимной муфты в тяговом режиме двигателя»;

$$\left. \begin{array}{l} P_{\text{кп}} < P_{\text{кп.ном}} \\ \omega_g < \omega_e \end{array} \right\}, \quad (8)$$

выполнение которой свидетельствует о неисправности типа «Пробуксовка гидроподжимной муфты в режиме торможения двигателем».

Объектом испытаний являлась коробка передач с гидроподжимными муфтами. Целью испытаний являлось экспериментальное определение на стенде порогового значения работы трения фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач, соответствующего их предельно допустимому износу, и применение в дальнейшем работы трения в качестве интегрального показателя степени износа фрикционных дисков при бортовом диагностировании технического состояния гидроподжимных муфт коробок передач тракторов [4].

Стендовые испытания проводились в лаборатории КИБ шасси корпуса ускоренных испытаний на стенде с поглощением мощности. Схема стенда приведена на рис. 2.

В качестве привода использовалась балансирующая машина 1DS1036 мощностью 236 кВт. В качестве нагрузителя использовался гидротормоз HS – 250 с поглощаемой мощностью 250 кВт. Коробка передач была заправлена маслом М10Г₂ ГОСТ 8581 – 78.

При записи параметров использовались усилитель KWS21A и контроллер – регистратор в комплекте с персональным компьютером. Интервал опроса параметров при записи процессов составлял 0,02 с.

Переключение передач осуществлялось пультом управления ПУ – 3М, в котором было установлено время задержки для перекрытия передач при переключениях 0,3 с.

Объем испытаний оговаривался заданием на испытания и составлял 30000 циклов переключений. Испытания представляли собой периодическое переключение в коробке передач с высшей передачи на низшую и обратно.

После окончания испытаний производилась разборка коробки передач для обмера толщины фрикционных дисков и оценки их состояния. Коробка передач отработала полный объем испытаний без замечаний, сохранив после испытаний свою работоспособность.

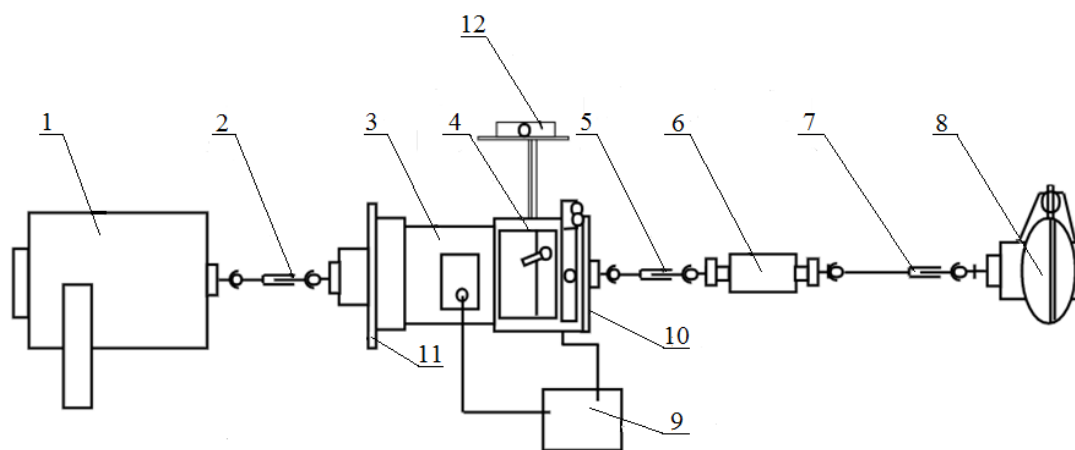


Рис. 2. Схема стэнда для испытаний коробки передач:

1 – машина балансирующая; 2, 5, 7 – валы карданные; 3 – корпус муфты сцепления; 4 – коробка передач; 6 – датчик вращающего момента; 8 – нагрузчитель (тормоз гидравлический); 9 – бак системы охлаждения; 10, 11 – стойки задняя и передняя; 12 – пульт управления

При включении гидроподжимных муфт на стэнде на заданных режимах нагружения поглощалась работа трения в пределах 149...150 кДж.

Суммарное значение работы трения за период испытаний (за 30000 циклов включений) для каждой из четырех гидроподжимных муфт

$$L = 150 \cdot 30000 = 4500000 \text{ кДж.}$$

По окончании испытаний была произведена разборка коробки передач для оценки состояния дисков гидроподжимных муфт и замера их толщины. Видимых повреждений ведомых и ведущих дисков при осмотре не отмечено [5].

По результатам испытаний, приведенных в таблице, средний износ ведомых дисков гидроподжимных муфт составил:

- первая передача $H_1 = 0,05$ мм;
- вторая передача $H_2 = 0,16$ мм;
- третья передача $H_3 = 0,21$ мм;
- четвертая передача $H_4 = 0,25$ мм.

Результаты обмера дисков гидроподжимных муфт коробки передач после испытаний

| Фрикционная муфта | Толщина ведомых дисков, мм ($t_{ном.} = 3,15$) | | | |
|-------------------|--|------|------|------|
| | № 1 | № 2 | № 3 | № 4 |
| 1 передача | 3,07 | 3,12 | 3,12 | 3,09 |
| 2 передача | 2,98 | 2,91 | 3,04 | 3,04 |
| 3 передача | 3,08 | 2,79 | 2,93 | 2,98 |
| 4 передача | 3,0 | 2,8 | 2,83 | 2,98 |

Из анализа результатов испытаний следует, что средняя работа трения на единицу линейного износа (на 1 мм) фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач составляет:

- первая передача $L_1 = L : H_1 = 4500000 : 0,05 = 90000000$ кДж/мм;
- вторая передача $L_2 = L : H_2 = 4500000 : 0,16 = 28125000$ кДж/мм;
- третья передача $L_3 = L : H_3 = 4500000 : 0,21 = 21428571$ кДж/мм;
- четвертая передача $L_4 = L : H_4 = 4500000 : 0,25 = 18000000$ кДж/мм.

Учитывая тот факт, что номинальное значение толщины ведомого диска составляет 3,15 мм, а их замена производится, если толщина фрикционного диска меньше допустимого предела, равного 2 мм, т.е. линейный износ диска достигает предельного износа $H_{max} = 1,15$ мм [6], то пороговое значение

работы трения соответствующее предельно допустимому износу фрикционных дисков гидроподжимных муфт составило:

- первая передача $L_{01} = L_1 \cdot H_{max} = 90000000 \cdot 1,15 = 103500000 \text{ кДж};$
- вторая передача $L_{02} = L_2 \cdot H_{max} = 28125000 \cdot 1,15 = 32343750 \text{ кДж};$
- третья передача $L_{03} = L_3 \cdot H_{max} = 21428571 \cdot 1,15 = 24642857 \text{ кДж};$
- четвертая передача $L_{04} = L_4 \cdot H_{max} = 18000000 \cdot 1,15 = 20700000 \text{ кДж}.$

Заключение

Использование работы трения, как интегрального показателя при бортовом диагностировании степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач, позволит оперативно в любой период эксплуатации колесных и гусеничных машин определять остаточный ресурс фрикционных дисков, прогнозировать время их замены, а также перейти к техническому обслуживанию по фактической потребности, и, за счет этого, исключить, с одной стороны, возможность эксплуатации технически неисправного объекта, а с другой – необоснованные материальные и трудовые затраты при его преждевременном техническом обслуживании.

В результате проведенных стендовых испытаний гидроподжимных муфт коробки передач, экспериментальным путем определены пороговые значения работ трения фрикционных дисков для каждой передачи, соответствующие их предельно допустимым износам, позволяющие прогнозировать выработку ресурса фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач, используя при этом интегральный показатель работы трения при их бортовом диагностировании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технические средства диагностирования : справочник / В. В. Ключев [и др.] ; под общ. ред. В. В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1989. – 672 с.
2. Волков, А. А. О методах идентификации и диагностики в сложных системах / А. А. Волков, Л. Н. Дроботенко // Вопросы технической диагностики. – 2013. – № 10. – С. 155–156.
3. Мороз, С. М. Математическая модель объекта бортового контроля и диагностики автомобилей / С. М. Мороз. – Тр. МАДИ, 1976. – Вып. 115. – С. 79–81.
4. Пуховой, А. А. Тракторы. Устройство. Техническое обслуживание. Ремонт. «БЕЛАРУС» серия 1000-2000: учебное пособие / А. А. Пуховой, И. Н. Шило. – Астана: КАТУ им. С. Сейфуллина, 2012 – 779 с.
5. Карпиевич, Ю. Д. Бортовой мониторинг технического состояния силовых агрегатов колесных и гусеничных машин / Ю. Д. Карпиевич, А. Г. Баханович, И. И. Бондаренко // Наука и техника. – 2016. – Т. 15, № 5.– С. 427–434.
6. Пуховой, А. А. Тракторы. Устройство. Техническое обслуживание. Ремонт. «Беларус» серия 1000-2000: учебное пособие / А. А. Пуховой, И. Н. Шило. – Астана: КАТУ им. С. Сейфуллина, 2012 – 779 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

А. В. КИТУН, П. Ю. КРУПЕНИН, А. А. РОМАНОВИЧ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 01.04.2021)

Транспортная логистика на животноводческом предприятии представляет собой комплекс мероприятий по организации доставки или перемещения грузов (кормов, готовой продукции, навоза и т. п.) из одной точки в другую по оптимальному маршруту. Она обеспечивает учет, контроль и управление грузотранспортными потоками. Оптимальным считается маршрут, по которому можно доставить груз в технологически обоснованные сроки и с минимальными затратами.

Методы оптимизации транспортных потоков применяются при организации любых видов перевозок. Однако приоритетным объектом изучения и управления транспортной логистики на животноводческом предприятии является материальный поток, имеющий место в процессе перевозок транспортом общего пользования. Материальный поток имеет размерность в виде объема, количества, массы и характеризуется ритмичностью, детерминированностью и интенсивностью.

Эффективность транспортной логистики в условиях животноводческого предприятия существенно возрастает в результате ее осуществления на основе использования интеллектуальных систем, функционирующих в режиме реального времени. При реализации мониторинга транспортной логистики в условиях животноводческого предприятия требуется решение задач, включающих как определение оптимального количества транспортных средств для транспортировки кормов от хранилищ до мест подготовки их к скармливанию, так и расчет потребности в технических средствах для раздачи кормов животным. При этом в качестве критерия оптимальности функционирования транспортной системы на животноводческом предприятии следует принимать минимум затрат на доставку, промежуточное хранение и раздачу животным кормов.

Для минимизации транспортных издержек в статье рассмотрены различные варианты организации маршрутов движения автотранспорта и предложена методика расчета показателей эффективности их функционирования. Приводятся результаты расчета технико-экономических показателей мобильных смесителей-раздатчиков с объемом бункера 6...20 м³ при эксплуатации на молочно-товарных фермах мощностью от 200 до 800 коров.

Ключевые слова: транспортная система, логистика, раздача кормов, молочно-товарная ферма, смеситель-раздатчик кормов.

Transport logistics at a livestock enterprise is a set of measures for organizing the delivery or movement of goods (feed, finished products, manure, etc.) from one point to another along the optimal route. It provides accounting, control and management of freight traffic flows. The optimal route is considered to be the route along which it is possible to deliver the goods within a technologically reasonable time frame and with minimal costs.

Methods for optimizing traffic flows are used in the organization of any type of transportation. However, the priority object of study and management of transport logistics at a livestock enterprise is the material flow that takes place in the process of transportation by public transport. The material flow has dimensions in the form of volume, quantity, mass and is characterized by rhythm, determination and intensity.

The efficiency of transport logistics in a livestock enterprise increases significantly if based on the use of intelligent systems operating in real time. When implementing monitoring of transport logistics in a livestock enterprise, it is necessary to solve problems, including both determining the optimal number of vehicles for transporting feed from storage facilities to places where they are prepared for feeding, and calculating the need for technical means for distributing feed to animals. At the same time, as a criterion for the optimal functioning of transport system at a livestock enterprise, the minimum costs for the delivery, intermediate storage and distribution of feed to animals should be taken.

To minimize transport costs, the article discusses various options for organizing routes for the movement of vehicles and proposes a method for calculating indicators of the effectiveness of their functioning. We have presented results of calculating technical and economic indicators of mobile mixer-distributors with a bunker volume of 6-20 m³ when operating on dairy farms with a capacity of 200 to 800 cows.

Key words: transport system, logistics, feed distribution, dairy farm, feed mixer-distributor.

Введение

Транспорт – это отрасль материального производства, осуществляющая перевозки людей и грузов. Транспортная логистика на животноводческом предприятии представляет собой комплекс мероприятий по организации доставки или перемещения грузов (кормов, готовой продукции, навоза и т. п.) из одной точки в другую по оптимальному маршруту. Она обеспечивает учет, контроль и управление грузотранспортными потоками. Оптимальным считается маршрут, по которому можно доставить груз в технологически обоснованные сроки и с минимальными затратами [1].

В данной статье рассматривается методика определения потребного числа транспортных средств для организации мобильных транспортных потоков на животноводческом предприятии.

Основная часть

Методы организации оптимальных транспортных потоков применяются при любых видах перевозок. Однако приоритетным объектом изучения и управления транспортной логистики на животноводческом предприятии является материальный поток, имеющий место в процессе перевозок транспортом общего пользования. Материальный поток имеет размерность в виде объема, количества, массы и характеризуется ритмичностью, детерминированностью и интенсивностью.

При выборе транспорта следует принимать во внимание такие факторы, как:

- объем спроса (оборота);
- надежность соблюдения графика доставки;
- время доставки;
- стоимость перевозки.

Эффективность транспортной логистики в условиях животноводческого предприятия существенно возрастает в результате ее осуществления на основе использования интеллектуальных систем, функционирующих в режиме реального времени. С их помощью можно отслеживать маршрут транспортных средств, время нахождения в пути, тоннаж грузов. Для осуществления мониторинга, транспортные средства оснащаются бортовым навигационно-связным оборудованием, подключенным к глобальной системе позиционирования GPS, посредством которого навигационная и телеметрическая информация в режиме реального времени поступает диспетчерскую предприятия.

При реализации мониторинга транспортной логистики в условиях животноводческого предприятия необходимо определить:

- оптимальное число транспортных средств для транспортировки кормов от хранилищ до мест подготовки их к скармливанию;
- оптимальное число транспортных средств для раздачи кормов животным.

Критерием эффективности работы транспортной системы является непрерывность работы машин и высокая степень их использования, которые подтверждается соответствующими технико-экономическими расчетами.

При организации транспортировки кормов к местам дальнейшей подготовки к скармливанию следует обосновать оптимальный размер партии поставляемых кормов и частоту их завоза, которые, в свою очередь, зависят от таких факторов, как объем спроса кормов и величина затрат на их доставку и промежуточное хранение в местах потребления [2].

В качестве критерия оптимальности функционирования транспортной системы на животноводческом предприятии принимается минимум совокупных затрат на доставку и хранение кормов.

Затраты на доставку кормов при увеличении их спроса обычно уменьшаются, т. к. перевозки осуществляются более крупными партиями и, следовательно, реже. Себестоимость грузоперевозок можно существенно уменьшить если правильно определить требуемый вид транспорта и маршруты поставок, т. е. посредством грамотной организации логистической модели на предприятии.

Потребное число транспортных средств для перевозки кормов с мест хранения на кормоприготовительные площадки можно определить по формуле:

$$n_T = \frac{Q_n T_{ц}}{W_T \eta_T}, \quad (1)$$

где: Q_n – производительность технологической линии подготовки кормов к скармливанию, т/ч; $T_{ц}$ – длительность транспортного цикла, ч; W_T – грузоподъемность транспортного средства, т; η_T – коэффициент использования времени смены.

Транспортный цикл состоит из следующих основных частей:

$$T_{ц} = T_1 + T_2 + T_3, \quad (2)$$

где: T_1 – время пробега транспортного средства, ч; T_2, T_3 – время, затраченное на загрузку и выгрузку кормов из транспортного средства, соответственно, ч.

Время пробега транспортного средства можно определить по формуле:

$$T_1 = \frac{2L}{v_{cp}}, \quad (3)$$

где: L – длина пути, км; v_{cp} – средняя скорость движения транспортного средства, км/ч.

Максимум производительности транспортного средства будет достигнут при длине пути L равной:

$$L = \frac{W_T v_{cp}}{Q_{3-B}} \quad (4)$$

Из формулы (4) можно получить значение грузоподъемности транспортного средства, при котором комплексный показатель производительности максимален:

$$W_T = \frac{L Q_{3-B}}{v_{cp}} \quad (5)$$

Для минимизации транспортных издержек могут быть применены различные варианты организации маршрутов движения автотранспорта. Наиболее простым из них является маятниковый маршрут движения с обратным загруженным пробегом транспортного средства. При данном варианте организации транспортировки кормов транспортное средство загружено наполовину. График работы для данного варианта организации транспортировки кормов представлен на рис. 1.

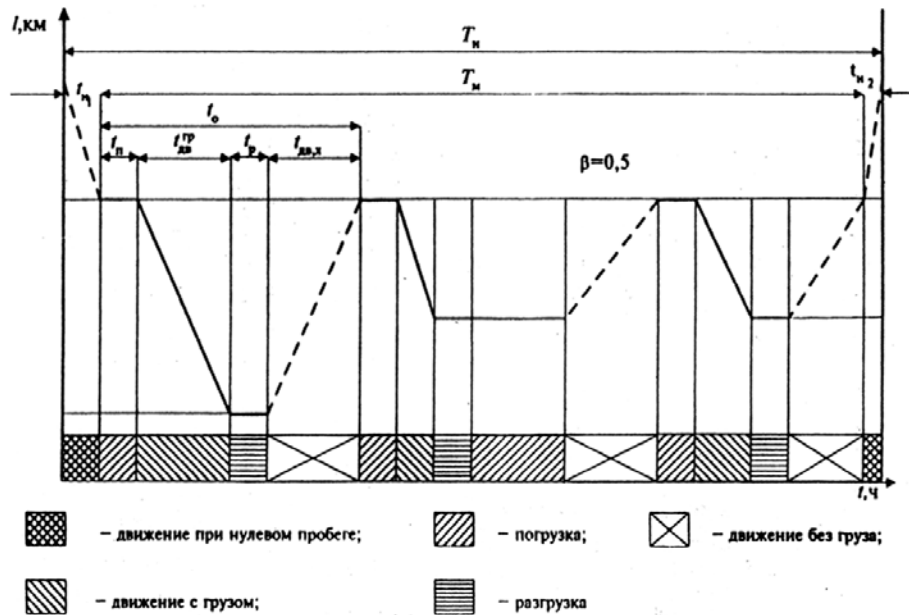


Рис. 1. График работы транспортных средств с обратным загруженным пробегом

Эффективность использования транспортного средства возрастает при его частично или полностью груженом обратном пробеге. Для этого случая склады хранения кормов должны быть расположены на незначительном расстоянии от других сельскохозяйственных объектов, а график работы будет иметь вид, представленный на рис. 2.

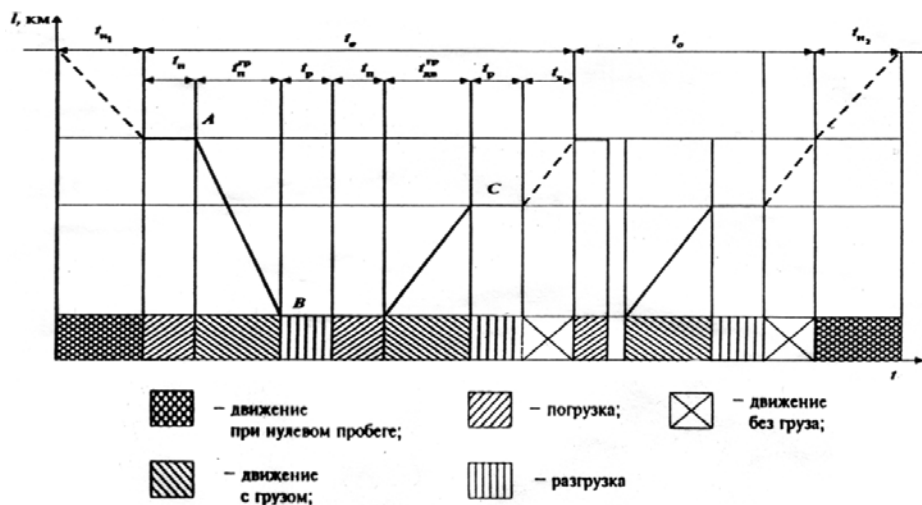


Рис. 2. График работы транспортных средств на маятниковом маршруте с неполным груженым пробегом

Из графика на рис. 2 видно, что при расчете потребного числа транспортных средств необходимо учитывать затраты времени на выполнение дополнительной транспортной работы.

Наибольшая эффективность достигается при организации транспортного процесса с обратным движением полностью загруженного транспортного средства (рис. 3). В этом случае коэффициент использования пробега близок к единице, а холостой пробег транспортное средство совершает только перед началом и в конце рабочего процесса.

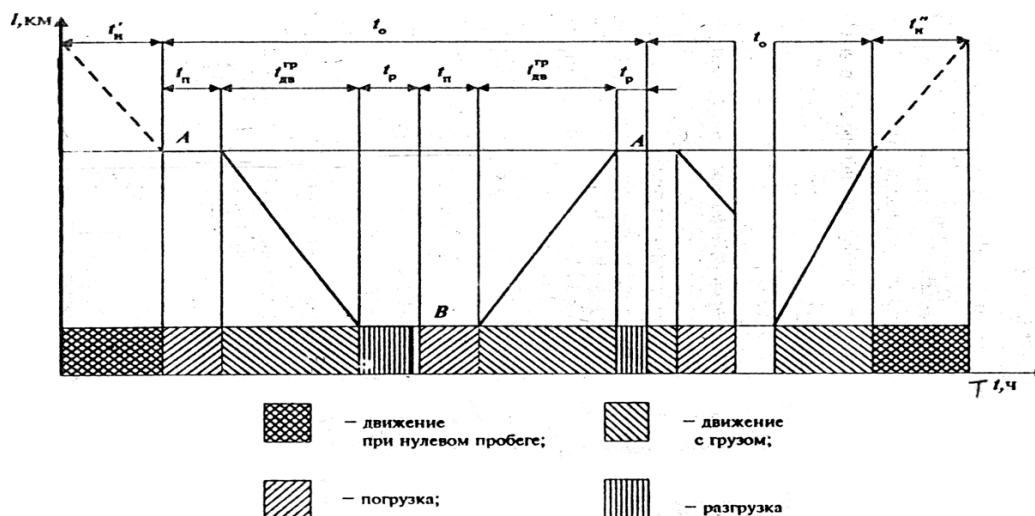


Рис. 3. График работы транспортных средств на маятниковом маршруте с грузным обратным пробегом

Маршрут движения транспортных средств, доставляющих одновременно несколько видов кормов, характеризуется наличием нескольких мест погрузки груза. Практически, транспортное средство в этом случае движется по кольцевому маршруту (рис. 4).

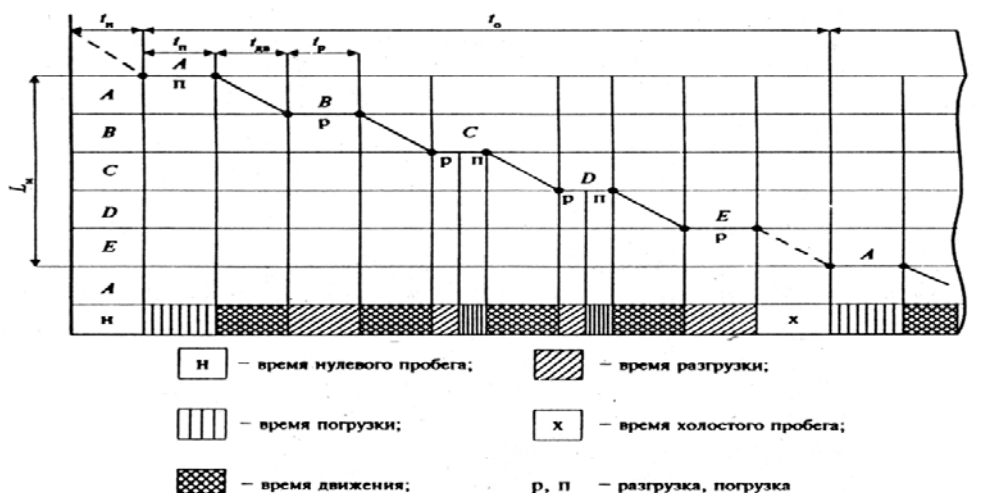


Рис. 4. График работы транспортного средства на кольцевом маршруте

Таким образом, для транспортировки кормов могут быть составлены различные варианты маршрутов. Планирование перевозок включает разработку маршрута с минимальным холостым пробегом транспортного средства, а также распределение подвижного состава и погрузочных средств по маршруту работы с их увязкой с производительностью стационарных машин и оборудования.

При организации движения транспортного средства необходимо минимизировать холостой пробег транспортных средств, определяемый по зависимости:

$$L_x = \sum_{i=1}^n (L_x^i - L_{tp}) K_T, \quad (6)$$

где: L_x^i — расстояние, преодолеваемое транспортным средством без груза, км; K_T — число маршрутов.

При решении этой задачи маршруты нумеруются в порядке возрастания разностей $(L_x^i - L_{tp})$:

$$(L_{x1}^1 - L_{tp1}) \leq (L_{x2}^1 - L_{tp2}) \leq \dots \leq (L_{xn}^1 - L_{tpn}). \quad (7)$$

Тогда оптимальное решение будет иметь вид:

$$\begin{cases} x_1 = \min(m_{к1}, K_T); \\ x_2 = \min(m_{к2}, K_T - x_1); \\ x_3 = \min(m_{к3}, K_T - x_1 - x_2); \\ \dots \\ x_n = \min\left(m_{кn}, K_T - \sum_{i=1}^{n-1} x_i\right). \end{cases} \quad (8)$$

Для решения логистической задачи исходные данные заносят в табл. 1.

Таблица 1. Исходные данные для определения рационального маятникового маршрута

| Склад хранения кормов | Количество груженных ездов | | Столбец разностей |
|-----------------------|----------------------------|-----------|--------------------|
| Б ₁ | $L_{к1}$ | $L_{гр1}$ | $L_{к1} - L_{гр1}$ |
| Б ₂ | $m_{к2}$ | $L_{гр2}$ | $L_{к2} - L_{гр2}$ |
| Б ₃ | $L_{к3}$ | $L_{гр3}$ | $L_{к3} - L_{гр3}$ |
| Б _n | $m_{кn}$ | $L_{грn}$ | $L_{кn} - L_{грn}$ |

В ходе решения задачи получают данные, позволяющие определить наиболее рациональный маршрут движения транспортного средства. Наилучший вариант будет обеспечиваться при минимальной разности расстояний $L_{кn} - L_{грn}$.

Среднее значение скорости движения агрегата при транспортировке кормов рекомендуется принимать в зависимости от расстояния между местами их складирования [3]. При $l_k < 200$ м скорость движения агрегата должна быть не более 7,2 км/ч. С увеличением расстояния транспортировки кормов ($l_k > 200$ м) этот показатель целесообразно увеличить до 22 км/ч. Выбирая скорость движения необходимо учитывать характер дорожного покрытия – на дорогах с твердым покрытием среднее значение скорости агрегата увеличивается. Скорость движения агрегата при раздаче кормов рекомендуется до 5 км/ч.

Важным элементом работы логистической системы на животноводческом предприятии является правильная организация раздачи кормов животным. Для выполнения этой операции на животноводческих фермах и комплексах используют кормораздатчики, отличающиеся как по принципу действия, так и конструкцией. Соответствующие зоотехническим требованиям кормораздающие устройства должны обеспечивать равномерность и точность выдачи корма, исключать его загрязнение и быть безопасными для животных.

Несовершенство применяемой системы машин, а также принципов формирования и функционирования технологических линий при раздаче кормов, приводит к потерям (убыткам). Чтобы исключить потери от системы машин технологического процесса раздачи кормов, необходимо не только правильно комплектовать технологические линии, но и обеспечивать их оптимальное функционирование.

Количество необходимых для обслуживания фермы мобильных кормораздатчиков определяют исходя из времени раздачи корма в одном помещении, режима работы кормоцеха и наличия либо отсутствия накопительной емкости для готовой кормосмеси. Правильный выбор способа раздачи и организация эффективного взаимодействия кормоцеха с мобильными машинами является сложной задачей, для успешного решения которой необходимо просчитать несколько возможных вариантов и выбрать из них наиболее оптимальный.

При определении числа машин для транспортировки кормов от мест хранения или приготовления до кормушек животных используют нормы технологического проектирования животноводческих предприятий и зоотехнические требования.

Число кормораздатчиков, необходимых для обслуживания поголовья животных на ферме (комплексе), определяют по формуле:

$$n_p = \frac{m_{ж} q}{Q_c}, \quad (9)$$

где: $m_{ж}$ – число животных на ферме; Q_c – производительность кормораздатчика за 1 ч сменного времени, кг/ч.

Производительность кормораздатчика за 1 ч сменного времени равна:

$$Q_c = Q k_p, \quad (10)$$

где: Q – производительность кормораздатчика за 1 ч чистого времени, кг/ч; k_p – коэффициент использования рабочего времени.

Часовая производительность кормораздатчика Q и коэффициент использования рабочего времени смены определяют по формулам:

$$Q = qv_a K_v; \quad (11)$$

$$k_p = \frac{t}{t + t_0}, \quad (12)$$

где: t – время, затрачиваемое на непосредственную раздачу корма, ч; t_0 – время, затрачиваемое на непроизводительные (вспомогательные) операции, ч.

Время t_0 , затрачиваемое на непроизводительные операции, определяется суммой:

$$t_0 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7, \quad (13)$$

где t_1 – время переездов кормораздатчика от места содержания животных к месту загрузки, ч; t_2 – время загрузки, ч; t_3 – время на раздачу кормов, ч; t_4 – время, затрачиваемое на простой по технологическим причинам, ч; t_5 – время, затрачиваемое на техническое обслуживание, ч; t_6 – время, затрачиваемое на ремонт машины, ч; t_7 – время переезда от одной линии раздачи к другой, если вместимость кузова (бункера) обеспечивает раздачу корма в нескольких линиях, ч.

Время переездов кормораздатчика можно определить по формуле:

$$t_1 = \frac{2L}{v_{cp}}, \quad (14)$$

где: L – длина пути, км; v_{cp} – средняя скорость движения транспортного средства, км/ч.

Время на выполнение погрузочно-разгрузочных работ определяется по формуле:

$$t_2 = \frac{W_{\Gamma} k_{\Gamma}}{Q_{3-в}}, \quad (15)$$

где: k_{Γ} – коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства; W_{Γ} – грузоподъемность транспортного средства, т; $Q_{3-в}$ – средняя гармоническая производительность погрузочно-разгрузочного процесса, т/ч.

Грузоподъемность транспортного средства и средняя гармоническая производительность погрузочно-разгрузочного процесса определяются соотношениями:

$$W_{\Gamma} = \frac{V_{раз} - V_{шнека}}{\rho}; \quad (16)$$

$$Q_{3-в} = \frac{2Q_{загр} Q_{выгр}}{Q_{загр} + Q_{выгр}}, \quad (17)$$

где: $V_{раз}$ – объем кузова раздатчика, м³; $V_{шнека}$ – объем шнека, установленного в кузове раздатчика, м³; ρ – плотность кормовой смеси, кг/м³.

Объем шнека, установленного в кузове раздатчика, может быть рассчитан по формуле:

$$V_{шнека} = \frac{\pi(D_{ш}^2 - d_{в}^2)}{4} L_{ш}, \quad (18)$$

где: $D_{ш}$ – диаметр шнека, м; $d_{в}$ – диаметр вала шнека, $d_{в} = (0,25...0,35)D$, м; $L_{ш}$ – длина шнека, м.

Правильный выбор машин для погрузки кормов в значительной мере определяет эффективность работы животноводческой фермы. Производительность погрузчика можно определить по формуле:

$$Q_{загр} = m_{п} k_{ц}, \quad (19)$$

где: $m_{п}$ – масса груза при подъеме, т; $k_{ц}$ – количество циклов машины за 1 ч непрерывной работы.

Количество циклов погрузчика за 1 ч непрерывной работы зависит от продолжительности одного цикла $T_{ц}$ и рассчитывается по формуле:

$$k_{ц} = \frac{3600}{T_{ц}}. \quad (20)$$

Время одного рабочего цикла погрузочного средства определяется суммой:

$$T_{ц} = \sum_{i=1}^{k_{п}} t_{оп}, \quad (21)$$

где: $t_{оп}$ – время, затрачиваемое на выполнение отдельных операций при погрузке, час; k_n – число элементов работы погрузчика.

Время, затрачиваемое на раздачу кормов животным, можно определить по формуле:

$$t_3 = \frac{m_{ж} L_{разд}}{v_{разд}}, \quad (22)$$

где: $m_{ж}$ – количество животных, обслуживаемых за один цикл, гол.; $L_{разд}$ – длина фронта кормления одного животного, $L_{разд} = 0,6 \dots 1,0$ м; $v_{разд}$ – скорость движения агрегата при раздаче кормов, $v_{разд} = 5,2$ км/ч = 5200 м/ч.

Число кормораздатчиков, необходимых для обслуживания поголовья животных, рассчитывается по формуле:

$$m_p = \frac{m_{ж} q t_{раз}}{W_T (t_{движ} + t_{погр})}, \quad (23)$$

где: q – норма кормосмеси на одно животное, кг; $t_{погр}$ – время на погрузку раздатчика, $t_{погр} = 0,5 \dots 2$ часа.

В соответствии с вышеприведенной методикой определены технико-экономические показатели мобильных смесителей-раздатчиков кормов с объемом бункера 6...20 м³ при их эксплуатации на молочно-товарных фермах мощностью от 200 до 800 коров и годовом удое молока 6000 кг от одной коровы (табл. 2).

Таблица 2. Технико-экономические характеристики мобильных смесителей-раздатчиков кормов

| Показатель | Вместимость бункера смесителя-раздатчика, м ³ | | | | |
|--|--|-------|-------|-------|-------|
| | 6 | 10 | 12 | 14 | 20 |
| Ферма 200 коров | | | | | |
| Удельные капитальные вложения, долл./т | 1,46 | 2,23 | 3,86 | 4,36 | 8,62 |
| Прямые затраты, долл./т | 3,38 | 4,36 | 7,33 | 8,42 | 15,51 |
| Приведенные затраты, долл./т | 3,67 | 4,92 | 7,8 | 9,07 | 17,23 |
| Ферма 400 коров | | | | | |
| Удельные капитальные вложения, долл./т | 0,73 | 1,11 | 1,92 | 2,16 | 4,28 |
| Прямые затраты, долл./т | 2,33 | 2,74 | 4,14 | 4,43 | 7,22 |
| Приведенные затраты, долл./т | 2,47 | 2,96 | 4,52 | 4,86 | 8,08 |
| Ферма 600 коров | | | | | |
| Удельные капитальные вложения, долл./т | 0,97* | 0,74 | 1,28 | 1,44 | 2,85 |
| Прямые затраты, долл./т | 4,52* | 2,26 | 3,21 | 3,54 | 5,92 |
| Приведенные затраты, долл./т | 4,71* | 2,41 | 3,47 | 3,83 | 6,49 |
| Ферма 800 коров | | | | | |
| Удельные капитальные вложения, долл./т | – | 1,11* | 1,98* | 2,30* | 2,14 |
| Прямые затраты, долл./т | – | 2,94* | 4,00* | 4,74* | 4,84 |
| Приведенные затраты, долл./т | – | 3,16* | 4,40* | 5,10* | 5,27 |

* При использовании двух смесителей-раздатчиков.

Заключение

На основании данных табл. 2 можно сделать следующие выводы:

– для молочно-товарных ферм мощностью до 200 коров и предприятий по производству говядины мощностью до 1000 голов откормочного поголовья оптимальная вместимость бункера смесителя-раздатчика кормов составляет не более 6 м³;

– для ферм с большим поголовьем целесообразно выпускать смесители-раздатчики с вместимостью бункера порядка 11 м³;

– сочетание двух смесителей-раздатчиков с бункерами 6 и 11 м³ позволит обслужить любые из имеющихся в республике молочно-товарных ферм с наименьшими эксплуатационными затратами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Китун, А. В. Механизация процесса приготовления и раздачи кормов на скотоводческих фермах на основе многофункциональных модульных агрегатов: монография / А. В. Китун. – Минск: БГАТУ, 2009. – 206 с.
2. Китун, А. В. Малозатратный способ формирования кормосмеси животным / А. В. Китун. // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – № 2. – 2015. – С. 112–117.
3. Тищенко, М. А. Механико-технологическое обоснование процессов подготовки и раздачи кормосмесей крупному рогатому скоту многофункциональными агрегатами: дис. ... доктора техн. наук: 05.20.01 / М. А. Тищенко. – Ленинград, 2002. – 529 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОГОВОГО ЗНАЧЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ РЕСУРСА МОТОРНОГО МАСЛА КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

И. И. БОНДАРЕНКО

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220023, e-mail: kaf.tia@bsatu.by

(Поступила в редакцию 12.04.2021)

В условиях рыночных отношений одной из основных задач, стоящих перед промышленностью Республики Беларусь, является повышение технического уровня, надежности и конкурентоспособности выпускаемой техники.

В процессе эксплуатации двигателей внутреннего сгорания масло подвергается количественным и качественным изменениям. Количественные изменения происходят при испарении легких масляных фракций, сгорании масла при насосном действии компрессионных колец. Качественные изменения обусловлены старением масла и химическими превращениями его компонентов, продуктов изнашивания цилиндропоршневой группы и несгоревшего топлива. Уменьшение количества и ухудшения качества работающего масла в условиях высокой интенсивности подобных процессов в современных высокофорсированных двигателях может в итоге привести к их отказу.

Развитие техники, новые конструкторские решения в машиностроении, повышение мощности, ужесточение экологических норм и стандартов влекут за собой расширение требований к моторным маслам. Необходимость увеличения интервалов между проведением технического обслуживания предъявляет дополнительные требования к эксплуатационным свойствам моторных масел. Ужесточение экологических стандартов приводит к необходимости выпуска энергосберегающих и биоразлагающихся масел.

Разработана новая методика бортового мониторинга степени выработки ресурса моторного масла. Представлена структурная схема системы бортового диагностирования степени выработки ресурса моторного масла, которая при определении степени выработки ресурса моторного масла предоставит возможность оперативно, в любой период эксплуатации машин рассчитать остаточный ресурс моторного масла, а также прогнозировать время его замены.

В статье рассмотрен процесс определения порогового значения предельной выработки ресурса моторного масла по комплексному показателю, учитывающему суммарный объем израсходованного топлива на различных режимах работы двигателя и количество циклов его пуска колесного трактора, находящегося в реальных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: трактор, моторное масло, ресурс, пороговое значение, двигатель.

In the conditions of market relations, one of the main tasks facing the industry of the Republic of Belarus is to improve the technical level, reliability and competitiveness of the manufactured equipment.

During the operation of internal combustion engines, the oil undergoes quantitative and qualitative changes. Quantitative changes occur during the evaporation of light oil fractions, oil combustion during the pumping action of the compression rings. Qualitative changes are caused by the aging of the oil and chemical transformations of its components, wear products of the cylinder-piston group and unburned fuel. A decrease in the quantity and deterioration of the quality of operating oil under conditions of high intensity of such processes in modern highly accelerated engines can ultimately lead to their failure.

The development of technology, new design solutions in mechanical engineering, an increase in power, tightening of environmental norms and standards entail an expansion of requirements for motor oils. The need to extend maintenance intervals places additional demands on the performance of engine oils. The tightening of environmental standards leads to the need to produce energy-efficient and biodegradable oils.

A new method has been developed for on-board monitoring of the degree of depletion of engine oil resource. We have presented a block diagram of the system for on-board diagnostics of the degree of engine oil resource depletion, which will provide an opportunity to quickly, in any period of machine operation, calculate the residual resource of the engine oil, as well as predict the time of its replacement.

The article discusses the process of determining the threshold value of maximum depletion of engine oil resource by a complex indicator that takes into account the total volume of fuel consumed at various engine operating modes and the number of cycles of wheeled tractor engine start-ups under real operating conditions.

Key words: tractor, engine oil, resource, threshold value, engine.

Введение

Лабораторные и эксплуатационные испытания подтверждают, что между общим количеством израсходованного двигателем топлива и уровнем загрязнения моторного масла, при котором он в состоянии продолжать нормально работать, существует прямая зависимость. Масло имеет ограничение на количество загрязнений, которое оно может содержать без нарушения своих функций. Соотношение между расходом топлива и загрязнением масла является критерием для выбора интервала замены масла [1, 2].

Обычно изготовитель двигателя в инструкции по эксплуатации устанавливает наработку двигателя в часах или пробег автомобиля до замены масла. При этом изготовители двигателей исходят из средних статистических данных по работоспособности масла в различных условиях эксплуатации и при техническом состоянии двигателя, близком к предельному. При фиксированной наработке до смены масла в новых двигателях и двигателях, работающих в более благоприятных условиях, замена масла происходит преждевременно, масло сливается из двигателя еще вполне работоспособным. В то же время, в некоторых двигателях (чаще из-за неполадок в системах охлаждения и топливopодачи)

масло становится неработоспособным до того, как оно должно быть заменено по инструкции [3].

Основная часть

Основное назначение моторных масел – снижение износа трущихся деталей и уменьшение затрат энергии на преодоление трения. Кроме того, моторные масла выполняют и другие функции: отводят тепло от нагреваемых поверхностей, предохраняют их от коррозии, очищают поверхности деталей от продуктов износа и механических примесей, герметизируют некоторые узлы трения, уменьшают шум при работе двигателя.

Моторное масло способно надежно и длительно выполнять заданные функции только при соответствии его свойств тем термическим, механическим и химическим воздействиям, которым оно подвергается в двигателе. Взаимное соответствие конструкции двигателя, его форсированности и свойств масла – одно из главных условий достижения высокой эксплуатационной надежности.

При эксплуатации масло подвергается количественным и качественным изменениям. Количественные изменения происходят при испарении легких масляных фракций, сгорании масла (так называемый угар), частичном вытекании через уплотнительные устройства.

Качественные изменения обусловлены старением масла и химическими превращениями его компонентов, попаданием в масло пыли, продуктов изнашивания деталей, воды и несгоревшего топлива. Уменьшение количества и ухудшение качества работающего масла в современных высокофорсированных двигателях может в итоге привести к их отказу.

В картере работающего двигателя образуется сложная смесь исходного масла и продуктов его сгорания, от которых полностью очистить масло фильтрацией не удается, вследствие чего количество углеродистых частиц в нем повышается.

Выделяют две основные группы загрязняющих масло примесей: органические (продукты неполного сгорания топлива, соединения серы и свинца, продукты термического разложения, окисления и полимеризации масла) и неорганические (частицы пыли и продуктов износа деталей, продукты срабатывания зольных присадок в маслах, оставшиеся в двигателе после его изготовления технологические загрязнения). Свежее масло также содержит загрязняющие примеси, поступающие извне при его изготовлении, транспортировке, хранении и заправке.

На интенсивность процесса загрязнения масла, происходящего в работающем двигателе, влияют, прежде всего, вид и свойства топлива, качество моторного масла, тип, конструкция, техническое состояние, режим работы и условия эксплуатации двигателя и многие другие факторы.

Так при снижении полноты сгорания топлива и прорыва газов в картер масло загрязняется, прежде всего, органическими примесями. Образование в масле загрязняющих примесей может замедлиться в результате долива свежего масла, выпадения загрязнений в осадок и удержания их фильтрами.

Качество масел ухудшается из-за накопления в них продуктов неполного сгорания топлива, что обусловлено техническим состоянием двигателя. Это приводит к снижению вязкости, ухудшению смазывающей способности, нарушениям режима жидкого трения. В продуктах сгорания имеется большое количество коррозионно-активных компонентов. Вследствие этого ускоряется образование продуктов окисления, находящихся в масле как в растворенном, так и во взвешенном состоянии.

На изменение свойств масел существенное влияние оказывают температурный режим и техническое состояние двигателя. Скорость окисления и загрязнения значительно выше при работе масел в изношенных двигателях, когда увеличен прорыв газов в картер и повышена температура двигателей, а также при работе двигателя с перегрузкой или в неустановившемся режиме.

Скорость срабатывания введенных в масло присадок зависит от теплового режима двигателя, его технического состояния, условий эксплуатации, качества используемого топлива. Срабатывание присадок приводит к изменению многих показателей качества масла: снижению щелочного числа, ухудшению моющих свойств, повышению коррозионности и т. д.

Сроки службы моторных масел до замены определяются не только пробегом автомобиля или наработкой трактора, но и временем, в течение которого совершена эта работа. При коротких суточных и малом годовом пробеге автомобиля ускоряются коррозионные процессы, ухудшаются защитные свойства, ускоряется старение масла. Поэтому в любом случае необходима замена масла не реже одного раза в год.

Для установления сроков службы масла в двигателях применяют так называемые браковочные показатели, при достижении которых масло следует заменять. Браковочными показателями служат изменение вязкости, температуры вспышки, щелочности, содержание загрязняющих примесей, воды и топлива, значение диспергирующих свойств и др. Но определение браковочных показателей требует специального дорогостоящего лабораторного оборудования.

Рассмотрим новый метод бортового мониторинга выработки ресурса моторного масла. Предлагаемый метод бортового мониторинга выработки ресурса моторного масла отличается от традиционно-го, основанного на часах работы двигателя [5]. Структурная схема системы бортового мониторинга

выработки ресурса моторного масла представлена на рис.1.

Степень выработки ресурса моторного масла определяется по формуле:

$$\Delta = \frac{\sum_{p=1}^n V_p}{V_0} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где V_p – объем израсходованного топлива за цикл «запуск-работа-остановка двигателя»; $p=1,2, n$ – количество циклов; V_0 – объем израсходованного топлива, соответствующий предельной выработке ресурса моторного масла.

Объем израсходованного топлива, соответствующий предельной выработке ресурса моторного масла, определяется по формуле:

$$V_0 = \frac{G_T \cdot t}{\rho}, \quad (2)$$

где G_T – часовой расход топлива, кг/ч; t – периодичность замены масла в часах работы двигателя, установленная заводом изготовителем, ч; ρ – плотность топлива, г/см³.

Часовой расход топлива определяется по формуле:

$$G_T = \frac{g_e \cdot N_e}{10^3} \quad (3)$$

где g_e – эффективный удельный расход топлива; N_e – эффективная мощность.



Рис. 1. Структурная схема системы бортового мониторинга выработки ресурса моторного масла.

Из выражения (1) видно, что степень выработки ресурса моторного масла можно определить после каждой остановки двигателя.

Испытания по определению порогового значения предельной выработки ресурса моторного масла по комплексному показателю, учитывающему суммарный объем израсходованного топлива на различных режимах работы двигателя Д-245.5S2 и количество циклов его пуска, проводились на учебном тракторе Беларус-925М, принадлежащем УО «БГАТУ», и на тракторе Беларус-952, находящемся в реальных условиях эксплуатации и принадлежащем СПК «Радонежское» Кобринского района, с установленной на них телематической системой контроля расхода топлива и режимов работы силового агрегата фирмы СП «Технотон».

В качестве исходных данных для проведения экспериментальных исследований были приняты регламентированный производителем срок замены моторного масла [4] через 250 ч работы двигателя, гипотеза о зависимости изменения свойств моторного масла не только от времени, но и от режимов работы двигателя и значения щелочного и кислотного чисел свежего масла залитого в двигатель. Контрольный забор моторного масла производился в объеме 80 мл через каждые 85–90 часов работы трактора. При этом регистрировались параметры времени работы, суммарного расхода топлива и количество циклов «пуск-работа-останов двигателя» на момент забора пробы. Затем определялось ще-

лочное и кислотное число каждой пробы, темп изменения которых по результатам многих исследований, является одним из основных показателей сохранения качественных характеристик и смазывающих свойств моторного масла в процессе эксплуатации. Щелочное и кислотное число каждой пробы масла сравнивались со щелочным и кислотным числом свежего масла, и затем строилась графическая зависимость изменения темпа указанных показателей в процессе проведения исследований.

Параллельно брались пробы масла и исследовались показатели расхода топлива и режимов работы другого подконтрольного объекта, находящегося в реальных условиях эксплуатации, трактора Беларус-952, оснащенного аналогичным двигателем и проводился анализ результатов.

В результате проведенных испытаний трактора Беларус-952, находящегося в реальных условиях эксплуатации (см. таблицу), установлено также, что темп изменения щелочного числа моторного масла М14Г₂ в процессе эксплуатации пропорционален количеству пусков двигателя и суммарному расходу топлива за циклы «пуск-работа-останов двигателя» (рис. 2).

Сводный отчет режимов работы подконтрольного трактора Беларус-952 за период между свежее залитым маслом (первая проба) и забором второй пробы моторного масла

| # | Дата | Пройденный путь (GPS датч) км | Время в движении (GPS) ч:мм | Время работы двигателя ч:мм | Время простоя с вкл. двигателя ч:мм | Средняя скорость (GPS датч) км/ч | Израсходовано топлива л | Заправки топлива: (кол-во объем) л | Сливы топлива: (кол-во объем) л | Средний часовой расход топлива л/ч |
|-------|-------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 11.08 | 66.6 | 4:55 | 9:28 | 4:33 | 14 | 48.9 | -- -- | -- -- | 5.2 |
| 2 | 12.08 | 61.8 | 4:43 | 9:10 | 4:28 | 13 | 44.4 | -- -- | -- -- | 4.8 |
| 3 | 13.08 | 92.7 | 6:24 | 9:34 | 3:10 | 14 | 54.7 | -- -- | -- -- | 5.7 |
| 4 | 14.08 | 94.7 | 5:56 | 9:34 | 3:38 | 16 | 52.9 | -- -- | -- -- | 5.5 |
| 5 | 15.08 | 40.6 | 2:46 | 6:20 | 3:34 | 15 | 30.0 | -- -- | -- -- | 4.7 |
| 6 | 16.08 | 0.1 | 0:01 | 0:02 | 0:01 | -- | 0.1 | -- -- | -- -- | -- |
| 7 | 17.08 | 83.9 | 5:40 | 9:36 | 3:56 | 15 | 50.8 | -- -- | -- -- | 5.3 |
| 8 | 18.08 | 87.9 | 5:48 | 9:37 | 3:50 | 15 | 50.7 | -- -- | -- -- | 5.3 |
| 9 | 19.08 | 77.7 | 4:28 | 8:23 | 3:56 | 17 | 42.3 | -- -- | -- -- | 5.0 |
| 10 | 20.08 | 6.9 | 0:21 | 0:32 | 0:11 | 20 | 3.9 | -- -- | -- -- | 7.4 |
| 11 | 21.08 | 0.1 | 0:01 | 0:03 | 0:02 | -- | 0.2 | -- -- | -- -- | -- |
| 12 | 22.08 | 0.0 | 0:00 | 0:04 | 0:04 | -- | 0.2 | -- -- | -- -- | 2.5 |
| 13 | 23.08 | 0.6 | 0:07 | 0:26 | 0:18 | 5 | 1.4 | -- -- | -- -- | 3.3 |
| 14 | 24.08 | 17.1 | 1:48 | 5:14 | 3:25 | 9 | 17.0 | -- -- | -- -- | 3.3 |
| 15 | 25.08 | 67.2 | 5:01 | 8:03 | 3:02 | 13 | 44.0 | -- -- | -- -- | 5.5 |
| Итого | | 697.9 | 47:58 | 86:07 | 38:09 | -- | 441.5 | -- -- | -- -- | -- |

Проанализировав сводные отчеты режимов работы колесного трактора, находящегося в реальных условиях эксплуатации, видно, что за время испытаний с 10 августа по 4 декабря 2017 года трактор Беларус-952 отработал 93 дня. В день в среднем осуществлялось 5 пусков двигателя и как минимум первый пуск – пуск не прогретого (до +40°С) двигателя.

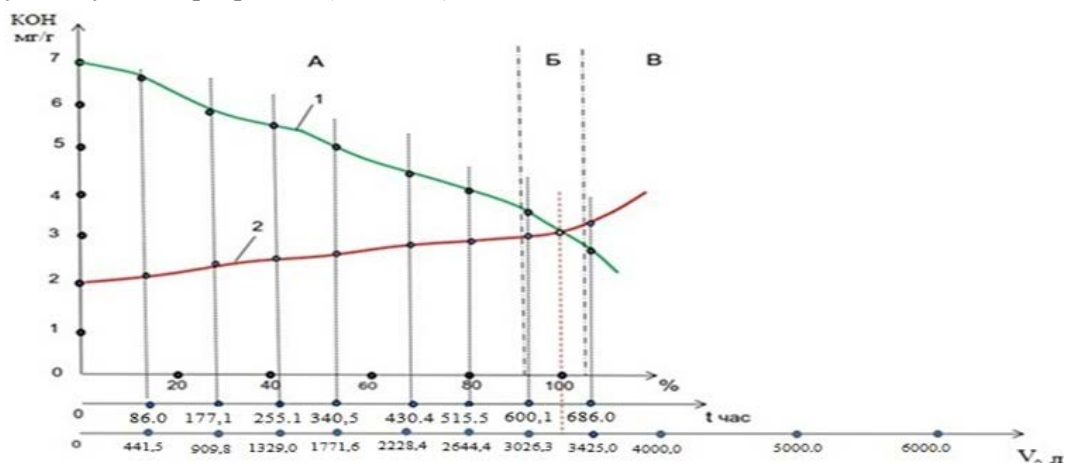


Рис. 2. Динамика изменения показателей работающего моторного масла марки М14Г₂:
1 – щелочное число; 2 – кислотное число; А – эффективная работа масла; Б – диапазон замены масла; В – интенсивное старение масла

Таким образом, за все время трактор проработал 93 дня, где было $93 \times 5 = 465$ пусков двигателя, из них как минимум $m_1 = 93$ – не прогретого (до +40°С), а прогретого (свыше +40°С) – $m_2 = 465 - 93 = 372$ пуска.

Проанализировав графики (рис. 2), зависимости часового расхода топлива от температуры и обо-

ротов коленчатого вала двигателя колесного трактора за цикл «пуск-прогрев-работа-останов» следует, что прогрев двигателя (до +40 °С) занимает 15 минут, что составляет 0,25 часа. Если принять регламентированный производителем срок замены моторного масла через 250 часов работы двигателя, то это составит $250:0,25 = 1000$ пусков двигателя. Следовательно, коэффициент выработки ресурса моторного масла составит $k_1=0,001$ – при пуске двигателя, не прогретого (до +40°С).

Объем топлива, израсходованного двигателем за 250 часов его работы (периодичность замены масла в часах работы двигателя, установленная заводом-изготовителем), соответствующий предельной выработке ресурса моторного масла (пороговое значение), рассчитывался по формуле (2) и заносился в память бортового компьютера:

$$V_0 = \frac{G_r \cdot t}{\rho} = \frac{19,44 \cdot 250}{0,84} = 5785,7 \text{ л.}$$

Часовой расход топлива для двигателя Д-245.5S2, установленного на тракторе Беларус-952, определяется по формуле (3):

$$G_r = \frac{g_e \cdot N_e}{10^3} = \frac{240 \cdot 81}{1000} = 19,44 \text{ кг/ч.}$$

Объем израсходованного двигателем топлива при полной выработке ресурса моторного масла по новому методу составил 3240 л.

Из этого следует, что оценку степени выработки и величину остаточного ресурса моторного масла в процессе эксплуатации более целесообразно производить не по времени работы, а по комплексному показателю (формула 4), учитывающему суммарный расход топлива (характеризующий температурные условия и режимы работы контролируемого объекта) и количество циклов пуска двигателя:

$$\Delta = \left(\frac{\sum_{p=1}^n V_p}{V_0} + m_1 \cdot k_1 + m_2 \cdot k_2 \right) \cdot 100 \% = \left(\frac{3240}{5785,7} + 93 \cdot 0,001 + 372 \cdot 0,0009 \right) \cdot 100 \% \approx 100 \% \quad (4)$$

где m_1, m_2 – количество циклов пуска двигателя не прогретого (до +40 °С) и прогретого (свыше +40 °С) соответственно; k_1, k_2 – коэффициенты выработки ресурса моторного масла при пуске двигателя не прогретого (до +40 °С) и прогретого (свыше +40 °С) соответственно.

В процессе проведения исследований определен признак снижения качественных свойств щелочного числа работающего моторного масла после наработки контролируемого объекта трактора Беларус-952 более 600 часов в реальных условиях эксплуатации.

Заключение

Использование объема израсходованного топлива двигателем при определении степени выработки ресурса моторного масла позволит оперативно, в любой период эксплуатации колесных и гусеничных машин, определять остаточный ресурс моторного масла, а также прогнозировать время его замены.

Определено пороговое значение предельной выработки ресурса моторного масла марки М14Г₂ ($V_0 = 5785,7$ л) колесного трактора Беларус-952 с двигателем Д-245.5S2, находящегося в реальных условиях эксплуатации, позволяющее прогнозировать выработку ресурса моторного масла, используя при этом комплексный показатель, учитывающий суммарный объем израсходованного топлива на различных режимах работы двигателя и количество циклов его пуска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпиевич, Ю. Д. Бортовой мониторинг степени выработки ресурса моторного масла колесных и гусеничных машин / Ю. Д. Карпиевич, Н. Г. Мальцев, И. И. Бондаренко // Наука и техника. – 2014. – № 4. – С. 10–14.
2. Карпиевич, Ю. Д. Новый метод бортового мониторинга степени выработки ресурса моторного масла / Ю. Д. Карпиевич, И. И. Бондаренко, Н. Г. Мальцев // Автомобиле – и тракторостроение: материалы Междунар. науч. – практ. конф., Минск, 14 – 18 мая 2018 г.: в 2 т. / Беларус. нац. техн. ун-т; редкол.: Д. В. Капский [и др.]– Минск, 2018. – Т. 1. – С. 9–11.
3. Карпиевич, Ю. Д. Диэлектрическая проницаемость как показатель степени выработки ресурса моторного масла / Ю. Д. Карпиевич, Д. А. Русакевич, И. И. Бондаренко // Агропанорама. – 2018. – № 6. – С. 32–34.
4. Тракторы. Устройство. Техническое обслуживание. Ремонт. «Беларус» серия 1000-2000: учебное пособие / А. А. Пуховой, И. Н. Шило. – Астана: КАТУ им. С. Сейфуллина, 2012 – 779 с.
5. Патент ЕА 012556 В1 «Способ определения времени работы двигателя внутреннего сгорания и устройство для его осуществления», Публ. 2009.10.30.

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

УДК 631.616:621.72

ПРИНЦИПЫ И ТЕХНОЛОГИЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ПОЛЬДЕРНЫХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Н. М. КАЩЕНКО

*Балтийский Федеральный университет им. И. Канта,
г. Калининград, Россия*

В. В. ВАСИЛЬЕВ

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

В. П. КОВАЛЕВ

*ООО «Бюро мелиоративных технологий»,
г. Калининград, Россия*

(Поступила в редакцию 18.03.2021)

Анализ литературных источников и многолетних системных экспериментальных исследований, проведенных на польдерных системах и результатов численных экспериментов, позволил сформулировать основные принципы расчета и проектирования польдерных систем, обеспечивающих соответствующую расчетным значениям работу дренажа польдерных систем на всем массиве при применении в сельскохозяйственном производстве многопольного севооборота. Анализ экспериментальных данных показал, что неравномерность осушения является результатом несогласованной работы составляющих систему элементов: дренажа, каналов проводящей сети и насосной станции. При проектировании действующих систем расчет параметров насосной станции и каналов проводящей сети проводился по гидрологическим зависимостям, не учитывающим в явном виде проектные характеристики дренажа, определяемые соответствующим значением модуля дренажного стока. Экспериментальные данные показывают, что эффективность работы дренажа, рассчитанного по формулам существенно выше их расчетных значений. Равномерность осушения массива системы достигается путем введения в параметры каналов проводящей сети объемов добегающего дренажного стока от составляющих водозбор польдерной системы, дренажных систем к створу насосной станции, рассчитываемых с использованием адаптированного к топологии польдерной системы интеграла Дюамеля. Математическая модель польдерной системы состоит из уравнений, описывающих работу отдельных элементов польдерной системы, и включает уравнения фильтрации грунтовых вод, уравнения течения воды в дренах и уравнения течения воды в канале. Анализ методов расчета действующих польдерных систем и экспериментальных данных показывает, что использование в расчетах параметров дренажа системы уравнений и применение ее для определения необходимых для расчетов количественных и качественных параметров водно-физических и фильтрационных свойств почв осушаемого массива позволит достичь необходимой корректности работы запроектированного дренажа. Проведение реконструкции действующих польдерных систем, с учетом определения типа многопольного севооборота, размеров площади отдельных полей севооборотов, основанных на данных фактических значений модулей дренажного стока систем, даст возможность минимизировать затраты при эксплуатации польдерных систем и существенно увеличить результативность сельскохозяйственного производства на польдерных землях.

Ключевые слова: *польдерная система, равномерность осушения, математическая модель, модуль дренажного стока, реконструкция, параметры дренажа.*

Analysis of literature sources and long-term systemic experimental studies carried out on polder systems, and the results of numerical experiments, made it possible to formulate the basic principles of calculating and designing polder systems that ensure the work of drainage of polder systems on the entire massif corresponding to the calculated values when used in agricultural production of multi-field crop rotation. Analysis of experimental data showed that the unevenness of drainage is the result of inconsistent operation of elements constituting the system: drainage, channels of the conducting network and the pumping station. When designing the operating systems, the calculation of parameters of pumping station and channels of the conducting network was carried out according to hydrological dependencies, which do not explicitly take into account the design characteristics of drainage, determined by the corresponding value of drainage flow modulus. Experimental data show that the efficiency of drainage, calculated by the formulas, is significantly higher than their calculated values. The uniformity of drainage is achieved by the introduction into the parameters of channels of the conducting network of the volumes of runoff of drainage runoff from the components of intake of polder system, from

drainage systems to the section of pumping station, calculated using the Duhamel integrals adapted to the topology of the polder system. The mathematical model of the polder system consists of equations describing the operation of individual elements of the polder system, and includes equations for groundwater filtration, equations for water flow in drains and equations for water flow in a canal. Analysis of the methods for calculating the existing polder systems and experimental data show that the use of a system of equations in the calculations of drainage parameters and its application to determine the quantitative and qualitative parameters of water-physical and filtration properties of the soils of the drained massif necessary for the calculations will allow achieving the necessary correctness of the designed drainage. Reconstruction of the existing polder systems, taking into account the definition of the type of multi-field crop rotation, the size of the area of individual crop rotation fields, based on the data of the actual values of drainage flow modules of the systems, will make it possible to minimize the costs of operating polder systems and significantly increase the efficiency of agricultural production on polder lands.

Key words: polder system, uniformity of drainage, mathematical model, drainage flow module, reconstruction, drainage parameters.

Введение

Действующие польдерные системы Неманской низменности Славского района Калининградской области нашли применение при сельскохозяйственном освоении безуклонных и малоуклонных за-тапливаемых территорий. Общая площадь польдерных систем низменности составляет $F=65\ 800$ га, из которых $F=32\ 820$ га осушено закрытым материальным дренажем. Эффективность работы польдерных систем определяется работой насосной станции, управляющей откачкой избытка дренажного стока с осушаемого массива [1]. Закрытый материальный дренаж запроектирован на значения модуля дренажного стока $q_{др.факт.} = 1.10 - 1.20 л / (с \cdot га)$. Соответственно и топология действующих систем запроектирована на обеспечение производства на массивах осушения монокультуры трав. Переход на ведение на осушаемом массиве сельскохозяйственного производства с использованием многопольного севооборота требует внесения в топологию сети проводящих каналов и конструкцию системы существенных изменений, зависящих от размеров площади осушаемого массива.

В климатических условиях Неманской низменности Калининградской области получение стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур может быть достигнуто только с использованием орошения дождеванием, реализовать которое в условиях равнинного рельефа возможно только с устройством наливных водохранилищ [2, 3]. Необходимо отметить, что создание наливных водохранилищ на Неманской низменности затруднено ограниченностью водных ресурсов территории.

Основная часть

Сложившаяся тенденция развития проектирования и строительства польдерных систем, уменьшения площади массивов осушения и увеличения производительности насосных станций, основана на практическом опыте эксплуатации и исследованиях действующих систем, запроектированных с использованием существующих методов [4].

Расчет параметров насосной станции и каналов проводящей сети действующих систем проведен по гидрологическим зависимостям, непосредственно не учитывающим проектных характеристик дренажа, определяемых принятым при проектировании дренажа значением модуля стока $q_{др.пр.} = 1.10 - 1.20 л / (с \cdot га)$ [4].

Формула Г. А. Алексеева для расчета расходов воды весеннего половодья (нашла применение при расчете параметров каналов и производительности насосной станции 60) [5], примененная при расчете параметров польдерных систем 15 и 36, 38, 46 в 1971 и 1973 гг. предполагает значения максимальных расходов стока, величины которых приведены в табл. 1.

Таблица 1. Ведомость максимальных расходов стока q л/с га для площади водосбора $F=1000$ га

| № п/п | Культура | Период | Почвы осушаемого массива. | | |
|-------|------------------|--------|---------------------------|----------|--------------|
| | | | Глина | Суглинок | Супесь, торф |
| 1 | Полевые культуры | Весна | 1.75 | 1.50 | 1.25 |
| | | Лето | 1.45 | 1.20 | 0.90 |
| 2 | Луга и пастбища | Весна | 1.15 | 0.95 | 0.75 |
| | | Лето | 1.05 | 0.90 | 0.70 |
| 3 | Овощи | Весна | 2.10 | 1.80 | 1.50 |
| | | Лето | 1.75 | 1.45 | 1.10 |

Примечание: Указанные в таблице нормы относятся к обычным осушаемым участкам польдеров, обслуживаемым одной насосной станцией с площадью порядка 1 000 га (10 км²). Для участков в 2 000 и 4 000 га нормы следует уменьшить соответственно на 10 % и 20 %, а для участков в 500 га увеличивать на 10 %.

Экспериментальные гидрологические исследования работы действующих польдерных систем, проведенные В. А. Филатовым для Неманской низменности и В. Ф. Галковским, для Белорусского Полесья показывают, что эффективность работы дренажа определяется зависимостями стока с польдерных систем от их площади, т. е. дренаж, запроектированный на модуль дренажного стока

$q_{др.нр.} = 1.1 - 1.2 л / (с \cdot га)$ будет эффективен для площадей, ориентировочно $F_{nc} < 1100 \div 1600$ га (рисунок) [3, 6]. Фактически это означает, что дренаж, имеющий установленную в полевых экспериментах эффективность работы в пределах $q_{др.нр.} = 1.1 л / (с \cdot га) - q_{др.нр.} = 2.3 л / (с \cdot га)$ для площади массива осушения $F_{nc} = 3500$ га действующих польдерных систем не будет превышать значение модуля $q_{др.факт} = 0.7 л / (с \cdot га)$ (рисунок) [4, 6].

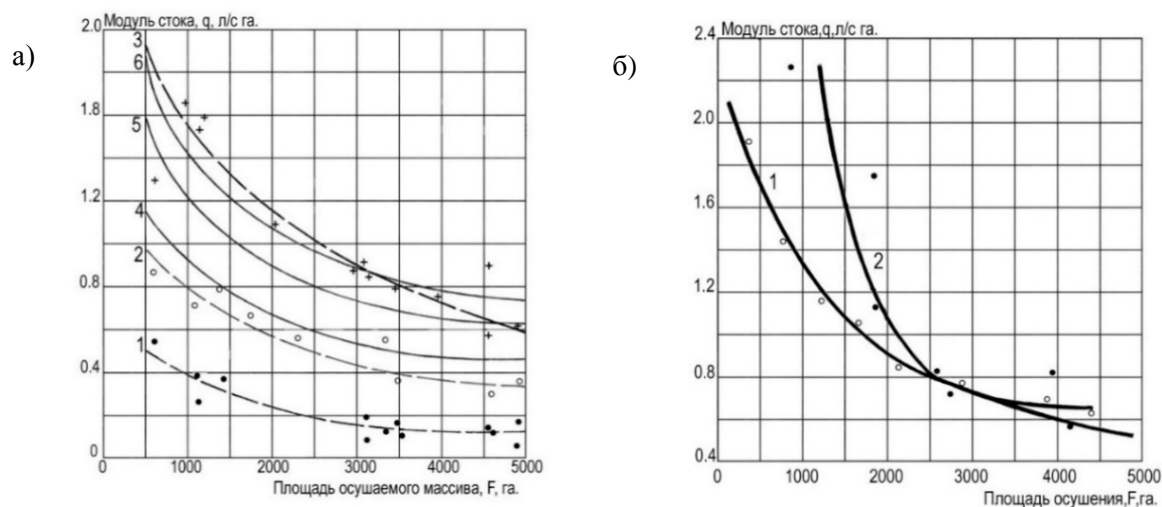


Рис. а) Аппроксимирующие зависимости фактических значений модулей стока с польдерных систем: Неманская низменность (---) $q = A \cdot F^{-0.43}$, 4 – $A = 26.0$ при обеспеченности $P = 1\%$, 5 – $21.6 - P = 5\%$, 6 – $16.0 - P = 25\%$,
 •, ○ – экспериментальные данные; Белорусское Полесье (---) 1 – маловодный год – $q = 145F^{-0.89}$,
 2 – средневодный год – $q = 11.5F^{-0.41}$, 3 – многоводный год – $q = 3.1e^{0.00064F}$ [6];

б) Зависимость модуля откачки с польдерных систем от размеров площади осушаемого массива:
 1 – $q = 0.6 + 2.0 \exp(-0.001F)$, весеннее половодье, 2 – $q = 0.4 + 3.7 \exp(-0.0008F)$, летне-осенний паводок,
 •, ○ – экспериментальные данные [4]

Учитывая, что дренаж польдерных систем запроектирован на модули стока $q_{др.нр.} = 1.1 - 1.2 л / (с \cdot га)$, становится очевидной необходимость исследования работы действующих систем Неманской низменности и устроенного на массивах осушения дренажа. В частности, это относится к польдерным системам с построенным материальным дренажем: 15: $F_{oc} = 2420$ га, 29: $F_{oc} = 2980$ га, 35: $F_{oc} = 3461$ га, 38: $F_{oc} = 3461$ га, 50: $F_{oc} = 3340$ га, 51: $F_{oc} = 4940$ га.

Из приведенных экспериментальных данных рисунка 1 следуют зависимости [4]:

$$q_{нр.с.} F = q_{др.с.} / (1 - \varphi_{в.н}) F, \quad q_{н.с.} F = q_{др.с.} / \varphi_{в.н} F \quad (1)$$

$$\varphi_{в.н} = 13.8 / (F + 450)^{0.43} \quad (2)$$

где: $q_{нр.с.}$ – модуль стока для расчета параметров проводящей сети, л/с га; $q_{н.с.}$ – модуль стока для расчета производительности насосной станции, л/(с га); $q_{др.с.}$ – модуль дренажного стока л/(с га); $\varphi_{в.н}$ – модуль редуции стока весеннего половодья; F – площадь осушаемого массива, га.

Зависимости (1, 2) вносят некоторую определенность в расчет польдерных систем и могут быть применены для предварительных расчетов.

Проведенные системные экспериментальные исследования работы действующих систем 15, 20, 29, 35, 37, 41 выявили характерную для них неравномерность осушения массива, приводящую к снижению эффективности работы дренажа до 35÷40%. При откачке в открытых каналах проводящей сети, действующих польдерных систем, формируются уклоны свободной поверхности воды в пределах $i = 1.5 \dots 2.5 \cdot 10^{-4}$, влияние которых на урвненный режим в каналах распространяется на расстояние в $L = 3.5 \dots 5.0$ км и формирует динамику уровней грунтовых вод, имеющую для польдерной системы 15 следующий вид $i_{гв} = 6.7 \exp(-0.00026L)$, где $i_{гв}$ – уклон грунтовых вод, L – расстояние от рассматриваемой дренажной системы, по каналу, до створа насосной станции, м.

Многолетнее изучение работы дренажа, проведенное на производственно-экспериментальных участках «Шиповский» (самотечная система с орошением дождеванием, $F = 46$ га) и «Аксеново» (польдерная система нс116а с орошением дождеванием, $F = 116$ га) показало, что рассчитанные по ис-

пользованным методам параметры дренажа действующих польдерных систем, имеют эффективность работы, существенно превышающую их проектные параметры [1, 7, 8].

Расстояние между дренами польдерных систем рассчитывалось преимущественно по формулам С. Ф. Аверьянова [9]:

$$E = \sqrt{\frac{8KH_2(H_1 - h_0)^2}{\delta(H_1^2 - H_2^2)}} T, \quad T = \frac{1}{8} \frac{\delta E^2 (H_1^2 - H_2^2)}{KH_2(H_1 - h_0)^2} \quad (3)$$

где: K – коэффициент фильтрации; H_1 – начальное положение грунтовых вод; H_2 – искомое положение кривой депрессии; T – время понижения уровня грунтовых вод от H_1 до H_2 .

При проведении реконструкции польдерной системы 15 расстояние между дренами в режиме осушения рассчитывалось по формуле стационарной фильтрации С.Ф. Аверьянова (1970 г.)

$$E = 2H \sqrt{\frac{k}{q} \left(1 + \frac{2T}{H}\right) k}, \quad k = \frac{1}{1 + \frac{2T}{E} 2.941g \frac{T}{\pi d}} \quad (4)$$

Превышение фактической эффективности работы построенного дренажа действующих польдерных систем над их проектными параметрами приводит к необходимости его экспериментальной проверки при проведении реконструкции систем. Анализ результатов исследований работы действующих польдерных систем показал, что для достижения планируемых эксплуатационных характеристик расчет параметров польдерной системы, должен быть проведен одновременно и с учетом всех составляющих систему элементов, в динамическом режиме, с использованием предложенной проблемно-ориентированной математической модели [1, 4, 6, 10].

Расчет фильтрация грунтовых вод в междренной полосе достаточно хорошо описывается квазилинейным двумерным нестационарным уравнением капиллярной модели, реализуемой совместно с моделью переноса влаги по пленкам [1, 7, 8, 10]:

$$\begin{cases} (\mu_0 - \sum_{i=1}^n \mu_i) \frac{\partial H}{\partial t} = \nabla \left(\int_{H_d}^H K_\delta(z) dz \cdot \nabla H \right) + \xi - \sum_{i=1}^n \mu_i f_i - \int_{H_d}^0 \frac{h_0 - h}{\tau_p} S dz \\ \frac{\partial H_i}{\partial t} = f_i, \quad i = \overline{1, n} \\ \frac{\partial h}{\partial t} + \nabla(h\vec{V}) = \frac{h_0 - h}{\tau_p} \\ \frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + (\vec{V}\nabla, \vec{V}) + a\nabla h = 0 \end{cases} \quad (5)$$

где: H – уровень грунтовых вод, м; μ_0 – коэффициент водоотдачи; μ_i – относительный объем капилляров диаметром d_i ; $K_\delta(z)$ – скорость фильтрации в зависимости от уровня z , м/с; H_i – уровень воды в капиллярах диаметром d_i , м; $f_i = V_{ki} \frac{H_{ki} + H - H_i}{H_{ki}}$; V_{ki} – скорость капиллярного подъема в капиллярах диаметром d_i , м/с; H_{ki} – высота капиллярного подъема в капиллярах диаметром d_i , м, в частности для капилляров диаметром d для воды с $t = 20^\circ\text{C}$: $V_{ki} = 1.5 \cdot 10^5 \cdot d^2$, $H_{ki} = 3 \cdot 10^{-5}/d$; S – удельная площадь порового пространства, м²/м³; ξ – суммарный приток и отток, м/с; h – толщина пленки, м; \vec{V} – осредненная скорость движения по пленке, м/с; a – эмпирический параметр, полученный по экспериментальным данным, м/с² [11].

В этой модели обмен влагой между пленкой и капиллярной влагой в уравнениях непрерывности пленки и в капиллярных уравнениях учитывается слагаемым:

$$\frac{h_0 - h}{\tau_p}, \quad \text{где } h_0 \text{ – толщина равновесной пленки, м, } \tau_p \text{ – скорость (характерное время) влагообмена, с.}$$

Для этой системы уравнений граничные условия задаются на границах области интегрирования в виде нулевых потоков $\frac{\partial H}{\partial n} = 0$, где n – координата, перпендикулярная к границе.

При расчете переноса влаги по пленкам использована физическая модель порового пространства почвы, предполагающая неразрывность в почвенном массиве пор одного диаметра которая, с учетом экспериментальных данных распределения пор по диаметрам, приводит к гипотезе о наличии в почве минимального объема, характеризующего спектром распределения пор и независимостью его свойств от расположения и ориентации в почве [11, 12].

Принятая схематизация формирования стока на осушаемом массиве, основана на интеграле Дюамеля. Непосредственная гидравлическая связь каждой отдельной дренажной системы массива осушения со створом насосной станции, обеспечиваемая учетом в параметрах каналов объемов добегающего стока, рассчитываемых по адаптированному к топологии польдерной системы интегралу Дюамеля, приводит к равномерному осушению массива [1, 7, 8, 10]:

$$W_{\text{вл.эл.п.}} = q_{\text{др.с.}i} \cdot F_{\text{др.с.}i} \cdot \tau_i, \quad W_{\text{вл.кан.}} = \sum_{i=1}^n q_{\text{др.с.}i} \cdot F_{\text{др.с.}i} \cdot \tau_i, \quad W_{\text{вл.польд.}} = \sum_{k=1}^m W_{\text{вл.кан.}} \quad (6)$$

где: $W_{\text{вл.эл.п.}}$ – объем влияния для элементарной площадки, дренажной системы, м^3 ; $W_{\text{вл.кан.}}$ – объем влияния для отдельного, единичного канала, м^3 ; $W_{\text{вл.польд.}}$ – объем влияния для польдерной системы в целом, м^3 ; $q_{\text{др.с.}i}$ – расчётный модуль стока дренажной системы, $\text{м}^3/\text{с} \cdot \text{га}$; τ_i – время добегающего расхода дренажной системы до створа насосной станции, с; $\tau_i = L/v$; L – расстояние от дренажной системы до створа насосной станции, м; v – принятая расчётная скорость движения потока воды в канале, м/с; $i = 1, \dots, n$ – число дренажных систем с площадью $F_{\text{др.с.}i}$, подсоединённых к каналу; $k = 1, \dots, m$ – число каналов польдерной системы. Характерное время польдерной системы, $t_{\text{nc}} = \tau_{\text{max}} = L_{\text{max}} / v_{\text{max}}$ определяет время снижения напоров на дренаже до горизонтов его заложения и устанавливает зависимость расстояния между дренами от площади осушаемого массива системы. Наличие такой взаимосвязи подтвердилось при проведении численных экспериментов. Для $q_{\text{др}} = 1.0 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{га})$ и коэффициента фильтрации грунта массива $k_{\text{ф}} = 1.5 \text{ м}/\text{сутки}$ зависимость расстояний между дренами (E) и площадью массива осушения (F) имеет существенно выраженную связь $E = 8 + 32 \exp(-F/1250)$ [7, 8].

Производительность насосной станции определяется как сумма:

$$Q_{\text{нс.}} = Q_{\text{кан}} + Q_{\text{др}} = V_{\text{кан}} / t_{\text{nc}} + q_{\text{др}} F_{\text{nc}}, \quad (7)$$

где: $V_{\text{кан}}$ – объем канала от поверхности почвы до минимального горизонта откачки, м^3 ; t_{nc} – характерное время польдерной системы, с; $q_{\text{др}}$ – расчетный модуль дренажного стока; F_{nc} – площадь осушаемого массива, га. Для условия $V_{\text{кан}} / t_{\text{nc}} = q_{\text{др}} F_{\text{nc}}$ осушаемый массив перестает быть активно управляемым.

Математическая модель польдерной системы, ориентированная на расчет параметров систем при работе в режиме осушения, кроме системы уравнений (5), включает уравнения, описывающие течение воды в каналах проводящей сети, уравнение течения воды в дрене [1, 7, 8, 10].

Использование математической модели при расчете параметров польдерных систем следует рассматривать как реализуемый ресурс повышения качества проектирования реконструкции польдерных систем. Численные эксперименты, проведенные с использованием математической модели для топологии польдерной системы площадью $F_{\text{nc}} = 4000 \text{ га}$ показали, что при соблюдении условия (6) становится возможным получение значения эффективности работы дренажа в виде модуля дренажного стока в пределах $q_{\text{др.факт.}} = 0.96 - 2.31 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{га})$, соответствующего требованиям к водному режиму почв для всех выращиваемых сельскохозяйственных культур многопольного севооборота на всей площади осушаемого массива в пределах $F_{\text{nc}} = 100 - 4000 \text{ га}$.

Топология польдерной системы, использованной в численных экспериментах, имеет следующие параметры: почвы – $K_{\text{ф}} = 1.25 \text{ м}/\text{сут.}$, площадь отдельных полей $F = 500 \text{ га}$, общая площадь массива осушения $F = 4000 \text{ га}$. Рассчитанные уклоны свободной поверхности воды в каналах проводящей сети при выполнении условия (6), обеспечивающего непосредственную гидравлическую связь дренажных систем с насосной станцией, имеют значения $i = 0.000002 - 0.000014$ [1].

Численные эксперименты показали возможность получить эффективную работу дренажа, определяемую значением модуля дренажного стока в пределах $q_{\text{др.факт.}} = 0.96 - 2.31 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{га})$, соответствующего требованиям к водному режиму почв для всех выращиваемых сельскохозяйственных культур многопольного севооборота на всей площади осушаемого массива в пределах $F_{\text{nc}} = 100 - 4000 \text{ га}$ [1].

Естественно сложившаяся необходимость перехода к ведению на осушаемых массивах сельскохозяйственного производства с использованием многопольного севооборота требует корректировки параметров каналов проводящей сети и насосной станции и внесения в топологию сети проводящих каналов и конструкцию системы существенных изменений, зависящих от размеров площади осушаемого массива, определяемых величинами фактических значений модулей дренажного стока $q_{др.факт.}$, определяемых экспериментальным путем, методом «коротких каналов».

Заключение

Результаты многолетних экспериментальных исследований работы польдерных систем и проведенных численных экспериментов позволили сформулировать основные принципы расчета и проектирования реконструкции действующих польдерных систем:

– тип многопольного севооборота сельскохозяйственного производства на массиве осушения реконструируемой системы определяется экспериментальным значением модулей дренажного стока систем $q_{др.факт.} = 1.6 - 2.51 л / (с \cdot га)$, полученных методом «коротких каналов»:

– равномерность осушения массива достигается обеспечением непосредственной гидравлической связи отдельных, составляющих массив осушения, дренажных систем со створом насосной станции учетом в параметрах каналов объемов добегающего стока, рассчитываемых с использованием адаптированного к топологии польдерной системы интеграла Дюамеля;

– реконструкция польдерной системы заключается в перестроении топологии системы и пересчете параметров сети проводящих каналов и насосной станции в динамическом режиме с учетом всех составляющих польдерную систему элементов с использованием предложенной проблемно-ориентированной математической модели и направлена на обеспечение работы фактических значений модулей дренажного стока систем, полученных экспериментальным путем, методом "коротких каналов":

а) реконструкция польдерной системы в варианте с использованием одной насосной станции для массива осушения польдерных систем $F < 1400$ для одно и многопольного ведения сельскохозяйственного производства;

б) реконструкция польдерной системы в варианте с использованием двух и более насосных станций с соответствующим разделением массива осушения и переформатированием топологии сети проводящих каналов и самого осушаемого массива для польдерных систем площадью $F > 1400$ га для одно и многопольного ведения сельскохозяйственного производства;

в) строительство и включение в топологию отдельных систем или группы польдерных систем наливных водохранилищ для создания технической возможности проведения орошения дождеванием на осушаемом массиве;

– проведение реконструкции действующих польдерных систем, основанное на фактических значениях модулей дренажного стока $q_{др.факт.}$, определяемых экспериментальным путем методом «коротких каналов» с использованием предложенной проблемно-ориентированной математической модели и учетом полученных результатов имеет существенный, от полутора до двух раз, потенциал увеличения эффективности их работы для массивов осушения площадью $F = 100 - 4000$ га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кащенко, Н. М. Польдерные системы сельскохозяйственного назначения. Расчет параметров реконструируемых систем / Н.М. Кащенко, В.П. Ковалев, В.В. Васильев // Вестник белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 4. – 2019 г. – С. 131–137.
2. Сташкевич, П. П. Влияние климатических факторов на режим орошения в условиях Калининградской области / П. П. Сташкевич // Природные условия мелиорации земель Калининградской области. – Клг., 1977. – С. 52–58.
3. Галковский, В. Ф. Техничко-экономические показатели наливных водохранилищ польдерных систем в зоне Полесья / С. В. Галковский, В. Ф. Галковский, Д. В. Куземкин, В. В. Пекун // Экономика и банки. – 2012. – № 1. – С. 59–66.
4. Филатов, В. А. Расчет польдерных систем с учетом редукиции стока / В. А. Филатов, В. П. Ковалев // Мелиорация и водное хозяйство. – М., 2005. – №4. – С. 31–34.
5. Алексеев, Г. А. Схема расчета максимальных дождевых паводков по формуле предельной интенсивности осадков с помощью кривых редукиции осадков и стока / Г. А. Алексеев // Труды ГГИ. – 1966. – Вып.134. – С. 44–50.
6. Галковский, В. Ф. Гидрологический режим польдеров Белорусского Полесья / В. Ф. Галковский // Конструкция и использование польдерных систем / Труды ЛитНИИГиМ. – Елгава: 1981. – С. 41–79.
7. Кащенко, Н. М. Расчет линейных польдерных систем / Н. М. Кащенко, В. П. Ковалев // Проблемы устойчивого развития мелиорации и рационального природопользования. материалы юбилейной международной конференции. – М.: 2007. – С. 195–200.

8. Кащенко, Н. М. Моделирование работы линейных польдерных систем. Приведение польдерной системы к линейному виду / Н. М. Кащенко, В. П. Ковалев, В. В. Васильев // Вестник белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – №4. – 2013 г. – С. 108–112.

9. Кащенко, Н. М. Расчет параметров дренажа польдерных систем сельскохозяйственного назначения» / В. В. Васильев, Н. М. Кащенко, В. П. Ковалев // Современное состояние, приоритетные задачи и перспективы развития аграрной науки на мелиорированных землях: материалы международной науч.-практ. конф., (Тверь, 25 сентября 2020). – Тверь: ФГБНУ ВНИИМЗ, 2020. – С. 141–147.

10. Кащенко, Н. М. Моделирование работы линейных польдерных систем. Расчет переноса влаги в междренной полосе / Н. М. Кащенко, В. П. Ковалев, В. В. Васильев // Вестник белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – №.1. – 2014 г. – С. 131–135.

11. Кащенко, Н. М. Расчет параметров реконструируемых польдерных систем сельскохозяйственного назначения / Н. М. Кащенко, В. В. Васильев, В. П. Ковалев // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. Вып. 8 / под общ. ред. Ю. А. Мажайского, В. И. Желязко. – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2020. – С. 61–68.

12. Кащенко, Н. М. Расчет влагопереноса в почве при расчете параметров дренажа польдерных систем / Н. М. Кащенко, В. П. Ковалев // Инновационные технологии в мелиорации. Материалы юбилейной международной конференции. – М., 2011. – С. 79–84.

РАСЧЕТ ОСАДКИ НАСЫПНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ПОСТРОЕННЫХ НА БИОГЕННЫХ ГРУНТАХ

Н. В. ВАСИЛЬЕВА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 05.04.2021)

Биогенные грунты, как основания обладают значительной деформируемостью, в процессе которой они сильно уплотняются. В результате значительных осадок на биогенных грунтах возможно возводить лишь такие сооружения, конструкция которых позволяет компенсировать неравномерную деформируемость основания, а окончательное её оформление допустимо после практически полного завершения деформаций основания. Основным видом сооружений, конструкция которых обладает такими свойствами, являются насыпные сооружения. Грунтовые плотины и обваловывающие дамбы на мелиоративных объектах возводятся на биогенных грунтах с прослойками и линзами сапропеля озерного или старинного происхождения, или мергеля. Эти прослойки и линзы могут иметь различные размеры и ориентацию, что вызывает необходимость оценки напряжений, возникающих в любой точке основания. В естественном залегании биогенные грунты отличаются высокой влажностью весьма низкой несущей способностью и сильной сжимаемостью. Осадка насыпи и других сооружений зависит от нагрузки, передаваемой на основания так и от мощности и физико-механических свойств биогенных грунтов, слагающих основание. Так как ширина насыпи сопоставима с мощностью биогенных грунтов в основании то осадку можно определять не только как сумму деформаций уплотнения отдельных слоев, слагающих основания, но с учетом распределения вертикальных сжимающих напряжений от насыпи по глубине.

Ключевые слова: биогенный грунт, напряженное состояние, деформации, осадка, коэффициент пористости.

Biogenic soils, as bases, have significant deformability, during which they are strongly compacted. As a result of significant compaction on biogenic soils, it is possible to erect only such structures, the design of which makes it possible to compensate for the uneven deformability of the base, and its final design is permissible after almost full completion of the base deformations. The main type of structures, the design of which has such properties, are embankments. Soil dams and embankment dams at reclamation facilities are built on biogenic soils with interlayers and lenses of sapropel of lacustrine or ancient origin, or marl. These interlayers and lenses can be of different sizes and orientations, which makes it necessary to evaluate the stresses that occur at any point in the base. In natural bedding, biogenic soils are distinguished by high moisture content, very low bearing capacity and strong compressibility. The settlement of the embankment and other structures depends on the load transmitted to the foundation and on the power and physical and mechanical properties of biogenic soils that make up the foundation. Since the width of the embankment is comparable to the thickness of biogenic soils at the base, the settlement can be determined not only as the sum of compaction deformations of individual layers composing the base, but also taking into account the distribution of vertical compressive stresses from the embankment along the depth.

Key words: biogenic soil, stress state, deformation, settlement, porosity coefficient.

Введение

Биогенные грунты резко отличаются от минеральных очень рыхлым сложением и большей деформируемостью под нагрузкой. Несмотря на чрезвычайно рыхлое сложение и высокую влажность биогенным грунтам (торф, сапропель) свойственна некоторая структурная прочность, обусловленная связностью водно-коллоидной природы и жестким структурным сцеплением с характером необратимых связей [1]. Поэтому даже очень рыхлые водонасыщенные биогенные грунты без нарушения структуры не текут, хотя их влажность, как правило, превышает предел текучести.

Это объясняет наличие растительных остатков, связывающих отдельные агрегаты и обеспечивающих известную структурную прочность биогенного грунта в целом.

Надежная работа мелиоративных сооружений на биогенных грунтах (торф, сапропель) зависит от того, насколько правильно расчетные формулы учитывают особенности поведения грунтов при загрузке. Поэтому устойчивость основания на любой стадии возведения насыпи, в том числе при завершении строительства, производится путем сопоставления максимальных касательных напряжений, возникающих в любой точке основания под влиянием нагрузки от сооружения с прочностью грунта в данной точке [6].

Под напряжением оценивается устойчивость основания, а осадка определяет требуемые объемы работ по отсыпке насыпей. Для расчета напряжений в биогенных грунтах используются решения теории упругости. Применимость таких решений к расчету оснований, сложенных биогенными грунтами, доказана в диапазоне реально встречающихся в практике нагрузок и подтверждается опытом проектирования и строительства.

Осадка насыпей других сооружений зависит как от нагрузки, передаваемых на основание, так от их мощности и физико-механических свойств биогенных грунтов, слагающих основание. Так как ширина грунтовых насыпей по низу, как правило, значительно превышает мощность биогенных грунтов, то под действием нагрузки от массы насыпи эти грунты испытывают только сжатие без бокового расширения. Такого рода деформирование соответствует компрессионному сжатию грунта. Его конечная осадка определяется с использованием параметров, определяемых при компрессионных испытаниях грунтов. Осадку основания насыпи при наличии в основании слоев различных видов

грунтов и грунтов одного вида, но с различными свойствами определяют как сумму деформаций уплотнения отдельных слоев, слагающих основание по формуле [2]:

$$S_p = \sum \left(\frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_i}{1 + \varepsilon_0} \cdot h_i \right), \quad (1)$$

где ε_0 – начальный коэффициент пористости отдельного слоя; ε_i – коэффициент пористости слоя, достигнутый в результате уплотнения от удельной нагрузки P_i ; h_i – толщина слоя каждого вида биогенного грунта в основании.

Анализ компрессионных кривых показывает, что принцип линейной деформируемости биогенных грунтов с момента начала испытаний сохраняется в диапазоне нагрузок 0,2–0,5 кг/см², а в остальных видах (торф) до 1,0 кг/см², то есть на любом участке компрессионной кривой можно выбрать тот или иной диапазон нагрузок, где соблюдается принцип линейной деформируемости [2].

Практически насыпи на биогенных грунтах возводятся слоями толщиной не более 0,5–1,0 м, что на каждой ступени увеличивает нагрузку на основание на величину около 0,1–0,2 кг/см². В таких условиях при анализе напряженного состояния и прочности основания на каждой ступени нагрузки вполне применима теория линейно-деформируемых сред [5].

Основная часть

Опытная насыпь расположена на землях совхоза им. Доватора Ушачского района Витебской области. В створе опытной насыпи под слоем торфа мощностью 2,0 м залегает сапропель с чрезвычайно низкой прочностью. По результатам изысканий выделены два слоя сапропеля глубиной 3,0 и 2,5 м.

Так как ширина насыпи сопоставима с мощностью биогенных грунтов в основании, то был выполнен расчет напряженного состояния и осадка определялась с учетом распределения вертикальных сжимающих напряжений от насыпи по глубине, что позволяет более точно определять объемы земляных работ и в конечном счете экономичность принимаемых инженерных решений.

Задачей расчета напряжённого состояния является определение нормальных и касательных напряжений в любой точки основания дамбы по элементарным площадкам различным образом ориентированным в плоскости поперечного сечения. В теории упругости имеются решения для определения напряжений от нагрузки, распределенный по различным законам. Определив напряжения для единичной нагрузки $P_0=1,0$ в относительных координатах рассматриваемой точки z/b , где b – ширина нагруженной полосы. Напряженное состояние в заданной точке полностью определяется величиной главных напряжений и направлением их действия [3]. Напряжения от нагрузки, распределенной по закону равностороннего треугольника, вычисляются по формулам:

$$\sigma_z = \frac{P_0}{\pi\beta} [\beta(\alpha_1 + \alpha_2) + x(\alpha_1 - \alpha_2)], \quad (2)$$

$$\sigma_z = \frac{P_0}{\pi\beta} [\beta(\alpha_1 + \alpha_2) + x(\alpha_1 - \alpha_2) - 2Z \ln \frac{R_1 R_2}{R_0^2}], \quad (3)$$

$$\tau_{xz} = \tau_{zx} = -\frac{P_0 Z}{\pi\beta} (\alpha_1 - \alpha_2), \quad (4)$$

где α_1 и α_2 – углы в радианах.

Для упрощения расчетов по указанным формулам построены графики в относительных координатах $v = \frac{z}{b}$ и $d = \frac{x}{b}$ для единичной нагрузки $P_0=1$ [5].

Так как опытная насыпь равнобокая трапеция, то для определения вертикальных напряжений σ_z для нагрузки, распределенной по закону равнобедренной трапеции в точке основания с координатами X и Z используем следующий прием. Трапеция дополняется до равностороннего треугольника, состоящего, в свою очередь, из двух треугольников – большого с нагрузкой $P=0,61$ кг/см² и малого с нагрузкой $P=0,21$ кг/см². Для нагрузки распределенной по треугольнику АДС для $d = \frac{x}{b_1}$ и $v = \frac{z}{b_1}$ находим $\sigma_{zp} = 1$ для единичной нагрузки. Фактическое значение напряжений от нагрузки распределенной по треугольнику АДС будет равно $\sigma_{zp} = 1 \cdot P_{АДС}^0$. Разница между величинами большого и малого треугольников дает фактические вертикальные напряжения G_z в каждом слое основания насыпи.

$$\sigma_z^0 = 0,88 \cdot 0,629 = 0,553 \quad (5)$$

Таблица 1. Расчет вертикальных напряжений

| X | Z | $v=\frac{z}{b}$ | $d=\frac{x}{b}$ | $\delta_{zp}=1$ | $\delta_{zp}=0,21$ | X | Z | $v=\frac{z}{b}$ | $d=\frac{x}{b}$ | $\delta_{zp}=1$ | $\delta_{zp}=0,61$ | $\delta_{zp}=0,4$ |
|-----|-----|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----|-----|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | | 0,559 | 0 | 0 | 0 | | | | 0,413 |
| 0,5 | 0 | 0 | 0,144 | 0,90 | 0,549 | 0,5 | 0 | 0 | 0,33 | 0,65 | 0,136 | 0,413 |
| 1,0 | 0 | 0 | 0,227 | 0,77 | 0,469 | 1,0 | 0 | 0 | 0,67 | 0,35 | 0,0735 | 0,396 |
| 1,5 | 0 | 0 | 0,34 | 0,65 | 0,396 | 1,5 | 0 | 0 | 1,0 | 0,005 | 0,00105 | 0,395 |
| 2,0 | 0 | 0 | 0,454 | 0,55 | 0,335 | 2,0 | 0 | 0 | 1,33 | 0,002 | 0,0004 | 0,335 |
| 2,5 | 0 | 0 | 0,568 | 0,425 | 0,259 | 2,5 | 0 | 0 | 1,67 | | | 0,259 |
| 3,0 | 0 | 0 | 0,68 | 0,34 | 0,207 | 3,0 | 0 | 0 | 2,0 | | | 0,207 |
| 3,5 | 0 | 0 | 0,79 | 0,20 | 0,122 | 3,5 | 0 | 0 | 2,33 | | | 0,122 |
| 4,0 | 0 | 0 | 0,91 | 0,10 | 0,061 | 4,0 | 0 | 0 | 2,67 | | | 0,061 |
| 4,5 | 0 | 0 | 1,02 | 0,005 | 0,003 | 4,5 | 0 | 0 | 3,0 | | | 0,003 |
| 5,0 | 0 | 0 | 1,14 | 0,002 | 0,0012 | 5,0 | 0 | 0 | 3,33 | | | 0,0012 |
| 5,5 | 0 | 0 | 1,25 | 0,002 | 0,0012 | 5,5 | 0 | 0 | 3,67 | | | 0,0012 |
| 6,0 | 0 | 0 | 1,36 | 0,002 | 0,0012 | 6,0 | 0 | 0 | 4,00 | | | 0,0012 |
| 7,0 | 0 | 0 | 1,59 | | | 7,0 | 0 | 0 | 4,67 | | | |
| 8,0 | 0 | 0 | 1,82 | | | 8,0 | 0 | 0 | 5,33 | | | |
| 0 | 2,0 | 0,454 | 0 | | | 0 | 2,0 | 0,526 | 0 | | | 0,368 |
| 0,5 | 2,0 | 0,454 | 0,144 | 0,71 | 0,433 | 0,5 | 2,0 | 0,526 | 0,33 | 0,37 | 0,0777 | 0,355 |
| 1,0 | 2,0 | 0,454 | 0,227 | 0,64 | 0,390 | 1,0 | 2,0 | 0,526 | 0,67 | 0,31 | 0,0651 | 0,325 |
| 1,5 | 2,0 | 0,454 | 0,34 | 0,60 | 0,366 | 1,5 | 2,0 | 0,526 | 1,0 | 0,22 | 0,0462 | 0,320 |
| 2,0 | 2,0 | 0,454 | 0,454 | 0,525 | 0,320 | 2,0 | 2,0 | 0,526 | 1,33 | 0,150 | 0,0315 | 0,289 |
| 2,5 | 2,0 | 0,454 | 0,568 | 0,41 | 0,250 | 2,5 | 2,0 | 0,526 | 1,67 | 0,080 | 0,0168 | 0,233 |
| 3,0 | 2,0 | 0,454 | 0,68 | 0,35 | 0,213 | 3,0 | 2,0 | 0,526 | 2,0 | 0,066 | 0,0138 | 0,200 |
| 3,5 | 2,0 | 0,454 | 0,79 | 0,25 | 0,152 | 3,5 | 2,0 | 0,526 | 2,33 | 0,039 | 0,0082 | 0,144 |
| 4,0 | 2,0 | 0,454 | 0,91 | 0,175 | 0,106 | 4,0 | 2,0 | 0,526 | 2,67 | | | 0,106 |
| 4,5 | 2,0 | 0,454 | 1,02 | 0,125 | 0,0762 | 4,5 | 2,0 | 0,526 | 3,0 | | | 0,076 |
| 5,0 | 2,0 | 0,454 | 1,14 | 0,075 | 0,0457 | 5,0 | 2,0 | 0,526 | 3,33 | | | 0,0457 |
| 5,5 | 2,0 | 0,454 | 1,25 | 0,065 | 0,0396 | 5,5 | 2,0 | 0,526 | 3,67 | | | 0,0396 |
| 6,0 | 2,0 | 0,454 | 1,36 | 0,038 | 0,023 | 6,0 | 2,0 | 0,526 | 4,0 | | | 0,023 |
| 7,0 | 2,0 | 0,454 | 1,59 | 0,018 | 0,0109 | 7,0 | 2,0 | 0,526 | 4,67 | | | 0,0109 |
| 8,0 | 2,0 | 0,454 | 1,82 | 0,008 | 0,0048 | 8,0 | 2,0 | 0,526 | 5,33 | | | 0,0048 |
| 0 | 5,0 | 1,14 | 0 | | | 0 | 5,0 | 1,32 | | | | 0,249 |
| 0,5 | 5,0 | 1,14 | 0,144 | 0,46 | 0,281 | 0,5 | 5,0 | 1,32 | 0,33 | 0,33 | 0,0378 | 0,243 |
| 1,0 | 5,0 | 1,14 | 0,227 | 0,445 | 0,271 | 1,0 | 5,0 | 1,32 | 0,67 | 0,67 | 0,0357 | 0,235 |
| 1,5 | 5,0 | 1,14 | 0,34 | 0,425 | 0,259 | 1,5 | 5,0 | 1,32 | 1,0 | 1,0 | 0,0336 | 0,225 |
| 2,0 | 5,0 | 1,14 | 0,454 | 0,400 | 0,244 | 2,0 | 5,0 | 1,32 | 1,33 | 1,33 | 0,0294 | 0,215 |
| 2,5 | 5,0 | 1,14 | 0,568 | 0,36 | 0,220 | 2,5 | 5,0 | 1,32 | 1,67 | 1,67 | 0,0252 | 0,194 |
| 3,0 | 5,0 | 1,14 | 0,68 | 0,32 | 0,195 | 3,0 | 5,0 | 1,32 | 2,0 | 2,0 | 0,021 | 0,174 |
| 3,5 | 5,0 | 1,14 | 0,79 | 0,275 | 0,168 | 3,5 | 5,0 | 1,32 | 2,33 | 2,33 | 0,0168 | 0,151 |

Для фиктивной нагрузки, распределенной по треугольнику ЕДФ по тем же графикам, но уже при

$d = \frac{x}{b_1}$ и $v = \frac{z_1}{b_1}$ находим $\sigma_{zp} = 1$. Фактическое значение напряжений от нагрузки распределенной по треугольнику ЕДФ будет равно $\sigma_{zp}^{\phi} = 1 \cdot P_{ЕДФ}^0$

$$\sigma_z^{\phi} = 0,65 \cdot 0,216 = 0,140. \quad (6)$$

Вертикальные напряжения σ_z в рассматриваемой точке от нагрузки, распределенной по трапеции АЕФС равны:

$$\sigma_z = \sigma_z^0 - \sigma_z^{\phi} = 0,553 - 0,140 = 0,413. \quad (7)$$

Результаты расчета вертикальных напряжений σ_z сведены в табл. 1.

По значениям вертикальных напряжений σ_z на вертикалях 1–5 (рис.1) производим расчет уплотнения отдельных слоев биогенных грунтов.

Изменение коэффициента пористости для торфов и сапропелей от уплотняющей нагрузки определяем по формуле [4]:

$$\varepsilon_i = 1,383 \cdot \varepsilon_0^{0,845} - 0,147 \cdot (\varepsilon_0^{0,483}) \cdot \varepsilon_0 \cdot \log \frac{P_1}{P_0}. \quad (8)$$

Коэффициент пористости торфа на вертикали 1 по формуле (7) равен $\varepsilon_i = 7,94$.

Расчетная осадка торфа на вертикали 1:

$$S = \frac{12,75 - 7,94}{13,75} \cdot 2,0 = 0,700(\text{м}). \quad (9)$$

Результаты расчета расчетной осадки на других вертикалях приведены в табл. 2.

Таблица 2. Расчет осадки по вертикали

| № вертикали | Вид грунта | Толщина слоя, м | Удельная нагрузка $P = \text{кгс/см}^2$ | Коеф. пористости грунта, ε_0 | Коеф. порист. достиг. в результате уплот. от расчетной нагрузки | Расчетная осадка, полученная с использованием формулы S_p | Фактическая осадка S_{ϕ} | Отклонение в % S_p от S_{ϕ} |
|-------------|------------|-----------------|---|--|---|---|-------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Торф | 2,0 | 0,413 | 12,75 | 7,94 | 0,700 | | |
| 1 | Сапрпель | 3,0 | 0,368 | 19,78 | 10,26 | 1,374 | | |
| 1 | Сапрпель | 2,5 | 0,249 | 10,67 | 8,27 | 0,514 | | |
| | | | | | | $\Sigma 2,588$ | $\Sigma 2,500$ | +3,5 |
| 2 | Торф | 2,0 | 0,396 | 12,75 | 8,05 | 0,684 | | |
| 2 | Сапрпель | 3,0 | 0,325 | 19,78 | 10,93 | 1,277 | | |
| 2 | Сапрпель | 2,5 | 0,235 | 10,67 | 8,40 | 0,486 | | |
| | | | | | | $\Sigma 2,447$ | $\Sigma 2,400$ | +2,0 |
| 3 | Торф | 2,0 | 0,335 | 12,75 | 8,52 | 0,615 | | |
| 3 | Сапрпель | 3,0 | 0,289 | 19,78 | 11,56 | 1,187 | | |
| 3 | Сапрпель | 2,5 | 0,215 | 10,67 | 8,58 | 0,448 | | |
| | | | | | | $\Sigma 2,25$ | $\Sigma 2,200$ | +2,3 |
| 4 | Торф | 2,0 | 0,207 | 12,75 | 9,86 | 0,420 | | |
| 4 | Сапрпель | 3,0 | 0,200 | 19,78 | 13,52 | 0,904 | | |
| 4 | Сапрпель | 2,5 | 0,174 | 10,67 | 9,04 | 0,349 | | |
| | | | | | | $\Sigma 1,673$ | $\Sigma 1,800$ | -7,0 |
| 5 | Торф | 2,0 | 0,122 | 12,75 | 11,33 | 0,206 | | |
| 5 | Сапрпель | 3,0 | 0,106 | 19,78 | 16,92 | 0,413 | | |
| 5 | Сапрпель | 2,5 | 0,104 | 10,67 | 9,60 | 0,229 | | |
| | | | | | | $\Sigma 0,848$ | $\Sigma 1,00$ | -16,2 |

Заключение

Сравнение результатов расчета осадки как от уплотняющей нагрузки, так и по значениям сжимающих напряжений σ_z на границе отдельных слоев показывает, что наиболее близкими по значению к фактической осадке являются результаты, полученные по сжимающим напряжениям σ_z . При узких насыпях, при ширине их по низу сопоставимой с мощностью

биогенных грунтов в основании, осадку следует рассчитывать по вертикальным сжимающим напряжениям для отдельных слоев грунтов основания.

Это позволяет более точно определять объемы земляных работ при их возведении и в конечном счете определяет экономичность принимаемых инженерных решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абелев, М. Ю. Строительство промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах. / М. Ю. Абелев – М.: Госстройиздат, 1962. – 147 с.
2. Амарян, Л. С. Прочность и деформируемость торфяных грунтов. / Л. С. Амаран. – М.: Недра, 1969. – 19 с.
3. Васильева, Н. В. Расчет осадки сооружений на биогенных грунтах с учетом их фазового состава // Весці Акад. аграр. навук РБ – 2001 - №3 – С. 50–53.
4. Васильева, Н. В., Определение зависимости, характеризующие компрессионные свойства биогенных // Мелиорация и гидротехника в условиях Беларуси: СБ. науч. тр. Белорус. с.-х. акад. – Горки, 1995. – С. 16–19.
5. Дамбы низконапорные на слабых грунтах для водохранилищ и польдерных осушительных систем // Материал для проектирования – Минск: Белгипроводхоз. 1978 – С. 61–66.
6. Лысенко, А. П. Состав и физико-механические свойства грунтов. – 2-ое изд. переработ. доп. / А. П. Лысенко, – М: Недра, 1980. – 272 с.

УЧЕТ ВЕЛИЧИНЫ ВНУТРИПОЧВЕННОГО СТОКА ПРИ ВОДОБАЛАНСОВЫХ РАСЧЕТАХ НА СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ БЕЛАРУСИ

И. А. РОМАНОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: solder748@gmail.com

(Поступила в редакцию 14.04.2021)

Неустойчивая естественная влагообеспеченность с переменными периодами избыточного и недостаточного естественного увлажнения характерна для территории Беларуси. При избытках влаги, возникает такое явление как внутрипочвенный сток, учет которого особенно важен в орошаемом земледелии. Потери влаги на сток ведут к повышению затрат на орошение и увеличению себестоимости продукции.

В статье выполнено оценка внутрипочвенного стока на супесчаных почвах путем расчета водного баланса за 37 лет с использованием метеоданных по метеостанции Минск.

Установлено, что величина внутрипочвенного стока на вариантах с орошением при предполивных порогах 60 % от наименьшей влагоемкости и 70 % от наименьшей влагоемкости практически не зависит от поливной нормы. На варианте с предполивным порогом 60 % от наименьшей влагоемкости величина стока увеличивается в среднем на 4 мм при увеличении поливной нормы с 10 мм до 20 мм, на варианте 70 % от наименьшей влагоемкости величина стока увеличивается в среднем на 14 мм. На варианте 80 % от наименьшей влагоемкости средний рост величины стока более значительный и составляет 23 мм. Анализ зависимости величины внутрипочвенного стока от предполивного порога показывает почти двукратный рост среднего значения стока при поливе нормой 20 мм с предполивными порогами 60 % от наименьшей влагоемкости и 80 % от наименьшей влагоемкости. Анализ данных позволил получить уравнение, которое позволяет определить величину стока в зависимости от обеспеченности по осадкам.

Ключевые слова: орошение, внутрипочвенный сток, поливная норма, наименьшая влагоемкость, водный баланс.

Unstable natural moisture supply with variable periods of excessive and insufficient natural moisture is typical for the territory of Belarus. With excess moisture, such a phenomenon arises as subsurface runoff, the accounting of which is especially important in irrigation agriculture. Water loss to runoff leads to higher irrigation costs and higher production costs.

The article evaluates the intra-soil runoff on sandy loam soils by calculating the water balance for 37 years using meteorological data from the Minsk meteorological station.

It has been established that the value of subsurface runoff in the variants with irrigation at pre-irrigation thresholds of 60 % of the lowest moisture capacity and 70 % of the lowest moisture capacity practically does not depend on the irrigation rate. In the option with a pre-irrigation threshold of 60 % of the lowest moisture capacity, the runoff value increases by an average of 4 mm with an increase in the irrigation rate from 10 mm to 20 mm, in the option with 70 % of the lowest moisture capacity, the runoff value increases by an average of 14 mm. In the case of 80 % of the lowest moisture capacity, the average increase in the runoff value is more significant and amounts to 23 mm. Analysis of the dependence of the value of subsurface runoff on pre-irrigation threshold shows an almost twofold increase in the average flow value when irrigated at a rate of 20 mm with pre-irrigation thresholds of 60 % and 80 % of the lowest moisture capacity. Analysis of the data made it possible to obtain an equation that allows one to determine the amount of runoff depending on the availability of precipitation.

Key words: irrigation, subsurface runoff, irrigation rate, lowest moisture capacity, water balance.

Введение

Территория Республики Беларусь относится к зоне рискованного земледелия. Для нее характерны частые экстремальные погодные явления, которые затрудняют получение стабильных урожаев. Так, увеличение сумм максимальных температур воздуха и рост частоты таких экстремальных явлений, как засухи и обильные осадки, требуют контроля над водным режимом почвы [1]. В условиях орошаемого земледелия выполняется регулирование водного режима с целью недопущения снижения запасов влаги в почве ниже оптимальной для выращиваемых растений границ. Контроль динамики влажности для определения даты очередных поливов может производиться различными способами. Одни из них опираются на определение влажности почвы (термостатно-весовой способ, почвенные датчики влажности), другие – на физиологию растений (орошение по фазам развития растений, по температуре листа), третьи опираются на водный баланс почв, который учитывает приходные и расходные части водного баланса, физиологию растений, почвы и микроклимат орошаемого участка [2]. Определение потребности растений в орошении с помощью водного баланса обладает большой гибкостью, что позволяет не только рассчитать текущий водный режим, но и проанализировать его динамику за прошлые годы.

В данной работе мы с помощью моделирования водного баланса за 37 лет определим величины внутрипочвенного стока, который возникает при разных режимах орошения на супесчаных почвах. Супесчаные почвы составляют значительный процент сельскохозяйственных земель Республики Беларусь, они обладают достаточно высоким плодородием, однако имеют небольшую влагоемкость,

что делает их уязвимыми к засухам и потерям влаги на внутрипочвенный сток при избыточном увлажнении [3]. Внутрипочвенный сток возникает, когда влагозапасы почвы превышают наименьшую влагоемкость, это приводит к потерям продуктивной влаги из корнеобитаемой зоны растений, вымыванию питательных элементов и увеличению затрат на орошение. Анализ величины стока позволяет нам подобрать оптимальный режим орошения и организовать поливы так, чтобы повысить эффективность использования оросительной воды сельскохозяйственными культурами.

Основная часть

Расчет водного баланса почвы выполнен за период с 1980 по 2016 годы. Осадки и максимальная температура воздуха брались по метеостанции Минск (ВМО 26850), как характеризующие климатические условия центральной части Республики Беларусь. В качестве орошаемой культуры приняты многолетние травы трехукосного использования. Были рассмотрены следующие режимы орошения: при предполивных порогах в 0,6НВ, 0,7НВ, 0,8НВ и поливными нормами 10 мм, 15 мм, 20 мм. Почвы супесчаные рыхлые с наименьшей влагоемкостью для слоя 0-50 см равной 100 мм [4]. Расчетный интервал принят 1 сутки. Водобалансовый расчет велся с 21 апреля по 30 сентября по формуле (1). Начальные влагозапасы приняты равными наименьшей влагоемкости.

$$W_k = W_n + (P + m) - (\varphi E + C), \quad (1)$$

где W_k – конечные влагозапасы; W_n – начальные влагозапасы, P – осадки; m – поливная норма; φ – коэффициент учитывающий увлажненность почвы, E – эвапотранспирация культуры, C – внутрипочвенный сток.

Водопотребление многолетних трав определялась по формуле (2):

$$E = 0,1 K_m \cdot \sum t_m, \quad (2)$$

где E – эвапотранспирация культуры; K_m – биотермический коэффициент культуры, $\sum t_m$ – сумма максимальных суточных температур за последнее 10 суток.

Биотермические коэффициенты для многолетних трав взяты согласно литературным источникам [5].

Коэффициент, учитывающий увлажненность почвы, рассчитывался по формуле А. П. Лихацевича [5]:

$$\varphi = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{W_{не}}{W_n} - 1 \right)^2 \right], \quad (3)$$

где $W_{не}$ – наименьшая влагоемкость; W_n – влагозапасы на начало суток.

Внутрипочвенный сток определялся по формуле (4):

$$C = (W_n - E_m - W_{нв}) \left(\frac{t}{T} \right)^a + P \left(\frac{t}{T} \right)^b, \quad (4)$$

где C – внутрипочвенный сток; t – продолжительность расчетного интервала (одни сутки); T – количество суток до полного стекания гравитационной влаги из расчетного слоя (двое суток); a и b – эмпирические коэффициенты, для супесей равны 0,25 и 1 соответственно [5].

Обеспеченность определялась по общеизвестной формуле (5):

$$S = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} 100\%, \quad (5)$$

где m – порядковый номер члена убывающего ряда атмосферных осадков за вегетацию; n – число членов ряда.

Полученные результаты водобалансовых расчетов при разных режимах орошения отражены в таблице. В данной таблице также приведена обеспеченность выпадения осадков каждого года.

Величина внутрипочвенного стока при разных режимах орошения и обеспеченности по осадкам за 1980–2016 г. на супесчаных почвах

| Обеспеченность по осадкам, % | Атмосферные осадки, мм | Внутрипочвенный сток при разных режимах влагообеспеченности, мм | | | | | | | | | |
|------------------------------|------------------------|---|--------------------------|-------------|-------------|--------------------------|-------------|-------------|--------------------------|--------------|--------------|
| | | Без орошения | W _{III} = 0,6НВ | | | W _{III} = 0,7НВ | | | W _{III} = 0,8НВ | | |
| | | | Поливная норма, мм | | | | | | | | |
| | | | 10 | 15 | 20 | 10 | 15 | 20 | 10 | 15 | 20 |
| 1,9 | 616,9 | 184,3 | 184,3 | 184,3 | 184,3 | 194,3 | 199,3 | 204,3 | 232,1 | 241,6 | 261,6 |
| 4,5 | 548,4 | 128,5 | 142,6 | 150,4 | 148,6 | 154,8 | 159,0 | 163,3 | 180,7 | 200,4 | 220,2 |
| 7,2 | 519,2 | 157,9 | 157,9 | 157,9 | 157,9 | 167,7 | 175,9 | 176,0 | 202,9 | 217,5 | 232,1 |
| 9,9 | 516,5 | 159,6 | 192,1 | 206,3 | 208,0 | 223,2 | 212,3 | 240,7 | 257,5 | 266,9 | 276,7 |
| 12,6 | 475,6 | 157,6 | 182,0 | 180,4 | 179,8 | 186,2 | 194,2 | 202,7 | 225,9 | 225,2 | 255,1 |
| 15,2 | 456,2 | 92,9 | 104,5 | 102,9 | 111,5 | 136,9 | 141,1 | 144,7 | 161,5 | 165,9 | 200,7 |
| 17,9 | 442,3 | 135,8 | 145,2 | 150,9 | 156,6 | 161,1 | 169,3 | 168,4 | 194,8 | 209,0 | 243,8 |
| 20,6 | 438,1 | 74,9 | 95,8 | 97,8 | 94,3 | 117,6 | 121,1 | 144,5 | 161,8 | 179,9 | 189,0 |
| 23,3 | 429,9 | 63,0 | 76,9 | 86,3 | 76,1 | 100,7 | 104,6 | 129,1 | 146,5 | 177,7 | 171,5 |
| 25,9 | 424,1 | 0,28 | 40,2 | 35,8 | 39,2 | 55,9 | 60,0 | 74,4 | 102,8 | 120,1 | 141,0 |
| 28,6 | 423,7 | 85,2 | 127,4 | 131,9 | 143,2 | 135,3 | 148,2 | 171,9 | 167,7 | 172,2 | 166,5 |
| 31,3 | 416,1 | 72,4 | 91,6 | 90,3 | 88,9 | 104,0 | 98,4 | 101,5 | 128,6 | 153,0 | 177,6 |
| 34,0 | 413,9 | 68,2 | 93,5 | 103,4 | 97,5 | 110,9 | 124,9 | 128,0 | 143,9 | 133,2 | 171,0 |
| 36,6 | 412,1 | 67,8 | 67,8 | 67,8 | 67,8 | 83,4 | 91,8 | 110,8 | 108,0 | 132,6 | 127,3 |
| 39,3 | 408,0 | 83,2 | 96,3 | 98,4 | 102,3 | 114,4 | 117,2 | 130,6 | 156,3 | 170,5 | 205,0 |
| 42,0 | 406,1 | 42,4 | 58,3 | 56,8 | 70,8 | 67,0 | 83,1 | 71,1 | 98,2 | 122,4 | 127,2 |
| 44,7 | 395,1 | 27,9 | 52,2 | 65,1 | 67,9 | 81,5 | 70,0 | 98,8 | 105,7 | 109,9 | 139,5 |
| 47,3 | 369,1 | 8,8 | 38,4 | 44,5 | 55,3 | 66,4 | 65,1 | 64,0 | 99,9 | 104,4 | 138,8 |
| 50,0 | 365,8 | 20,9 | 51,9 | 64,4 | 55,9 | 78,2 | 96,7 | 84,8 | 101,0 | 120,3 | 119,6 |
| 52,7 | 365,0 | 49,1 | 49,1 | 49,1 | 49,1 | 49,1 | 49,1 | 49,1 | 60,1 | 76,0 | 79,4 |
| 55,3 | 360,2 | 41,2 | 68,3 | 80,0 | 61,1 | 84,0 | 82,2 | 91,1 | 105,8 | 105,1 | 104,5 |
| 58,0 | 356,4 | 54,1 | 73,3 | 74,0 | 76,1 | 88,2 | 91,2 | 105,1 | 117,7 | 111,2 | 136,1 |
| 60,7 | 350,8 | 29,3 | 29,3 | 29,3 | 32,0 | 45,7 | 48,6 | 63,7 | 68,6 | 103,0 | 97,6 |
| 63,4 | 348,2 | 7,4 | 15,5 | 11,7 | 14,1 | 28,8 | 33,7 | 47,1 | 63,8 | 74,4 | 109,5 |
| 66,0 | 347,4 | 44,3 | 62,3 | 64,4 | 65,8 | 78,6 | 81,7 | 95,5 | 102,1 | 106,2 | 113,0 |
| 68,7 | 345,0 | 75,5 | 75,5 | 75,5 | 75,5 | 75,5 | 77,7 | 75,5 | 88,1 | 87,2 | 95,2 |
| 71,4 | 340,7 | 62,3 | 82,3 | 76,3 | 87,8 | 85,2 | 99,0 | 103,6 | 111,1 | 110,5 | 129,6 |
| 74,1 | 340,6 | 9,4 | 26,1 | 29,8 | 26,7 | 40,3 | 43,3 | 58,7 | 65,0 | 69,4 | 79,5 |
| 76,7 | 325,8 | 12,8 | 27,2 | 33,5 | 30,5 | 37,6 | 57,3 | 45,7 | 57,6 | 62,3 | 85,3 |
| 79,4 | 289,9 | 13,6 | 15,3 | 22,2 | 21,3 | 38,8 | 48,2 | 57,1 | 54,4 | 59,2 | 53,6 |
| 82,1 | 286,4 | 0,0 | 14,8 | 13,1 | 13,7 | 36,0 | 38,0 | 41,2 | 66,1 | 74,8 | 94,2 |
| 84,8 | 264,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 9,7 | 13,3 | 12,8 | 22,0 |
| 87,4 | 257,5 | 6,1 | 6,1 | 6,1 | 6,1 | 6,1 | 6,1 | 9,8 | 19,3 | 12,5 | 25,2 |
| 90,1 | 255,1 | 9,9 | 18,2 | 18,0 | 18,5 | 33,3 | 25,0 | 36,9 | 41,4 | 44,8 | 49,3 |
| 92,8 | 248,6 | 1,9 | 25,5 | 41,0 | 40,9 | 47,2 | 51,7 | 49,8 | 83,8 | 81,7 | 81,1 |
| 95,5 | 232,2 | 0,0 | 0,0 | 1,4 | 6,2 | 1,8 | 4,0 | 17,4 | 12,7 | 27,4 | 31,6 |
| 98,1 | 219,3 | 20,9 | 20,9 | 21,5 | 20,9 | 20,9 | 20,9 | 26,0 | 30,0 | 39,3 | 38,5 |
| Среднее | - | 56,7 | 70,5 | 73,6 | 74,4 | 84,8 | 88,9 | 97,1 | 111,8 | 121,1 | 134,9 |

Проанализировав табл. 1, можно сделать вывод, что величина внутрипочвенного стока на вариантах с орошением при предполивных порогах 0,6НВ и 0,7НВ практически не зависит от поливной нормы. На варианте с предполивным порогом 0,6НВ величина стока увеличивается в среднем на 4 мм при увеличении поливной нормы с 10 мм до 20 мм, на варианте 0,7НВ величина стока увеличивается в среднем на 14 мм. На варианте 0,8НВ средний рост величины стока более значительный и составляет 23 мм. Анализ зависимости величины внутрипочвенного стока от предполивного порога показывает почти двукратный рост среднего значения стока при поливе нормой 20 мм и предполивными порогами 0,6НВ и 0,8НВ. Данная закономерность на супесчаных почвах, сопоставимо с показателями величины стока на суглинистых почвах [6].

Рассмотрим также динамику стока на варианте без орошения. Как видно из таблицы, при увеличении обеспеченности по осадкам величина внутрипочвенного стока снижается, однако имеется сильный разброс значений. Например, на варианте без орошения, в засушливый год ($S=71,4\%$) величина стока на варианте составляет 62,3 мм, а это больше чем во влажный год ($S=25,9\%$), где сток составил 28 мм.

Углубленный анализ зависимости стока от обеспеченности атмосферных осадков показывает, что отношение приращения стока к приращению обеспеченности по осадкам подчиняется закономерности:

$$\frac{dC}{dS} = C_0 \frac{S_{\max} - S}{S_{\max}^2}, \quad (6)$$

где C – величина внутрипочвенного стока, мм; S – обеспеченность атмосферных осадков, %; C_0 – условная величина внутрипочвенного стока при минимально возможной обеспеченности атмосферных осадков, мм; S_{\max} – максимально возможная обеспеченность атмосферных осадков, при которой внутрипочвенный сток отсутствует, %.

В качестве начального примем условие, что внутрипочвенный сток отсутствует при максимальной обеспеченности атмосферных осадков, равной 100 %.

Решим дифференциальное уравнение (6) с учетом сформулированного начального условия, в соответствии с которым:

$$\int_0^C \frac{dC}{C_0} = \int_{S_{\max}}^S \frac{S_{\max} - S}{S_{\max}^2} dS, \quad (7)$$

В результате получим:

$$C = C_0 \left(1 - \frac{S}{S_{\max}} \right)^2, \quad (8)$$

На рисунке приведены точки (Ряд1) с координатами, соответствующими по горизонтальной оси обеспеченности по осадкам (%), а по вертикальной оси – величине внутрипочвенного стока для варианта «без орошения», мм (табл. 1). Аппроксимация точек выполнена также по линейной и полиномиальной зависимостям.

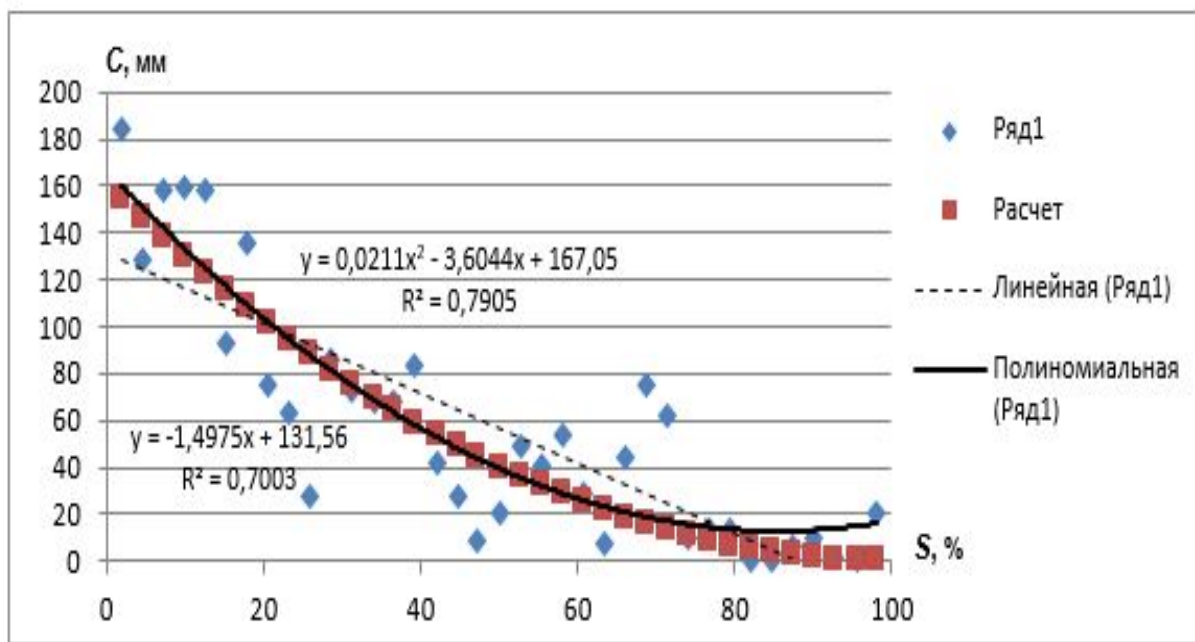


Рис. Зависимость величины внутрипочвенного стока от обеспеченности по осадкам для варианта «без орошения»: Ряд 1 – данные таблицы 1; Расчет – результаты расчета по формуле (8); Линейная (Ряд1) – линейная аппроксимация ряда 1; Полиномиальная (Ряд1) – полиномиальная аппроксимация ряда 1

Результаты математического моделирования зависимости величины внутрипочвенного стока от обеспеченности по осадкам для варианта «без орошения», представленные на рис. 1, подтверждают справедливость дифференциального уравнения (6). Расчетная формула (8) при $C_0=160$ мм и $S_{\max}=100$ % достаточно точно соответствует данным таблицы 1, повышая коэффициент детерминации от 0,7 (полученный для линейной аппроксимации) до не менее, чем 0,79 (полученный для полиномиальной аппроксимации).

Заключение

Расчет величины внутрипочвенного стока в годы с разным количеством атмосферных осадков показало, что на супесчаных почвах сток уменьшается с увеличением обеспеченности по осадкам, однако часто может быть значительным даже в засушливый год. При планировании орошения с предполивным порогом в $0,8НВ$ требуется оставлять резерв для впитывания атмосферных осадков и отдавать предпочтение поливам небольшой нормой. Предложенное уравнение (8) позволяет определить величину стока в зависимости от обеспеченности по осадкам, что может быть полезно при разработке проектов оросительных систем, а также в других гидрологических расчетах.

Таким образом, величина внутрипочвенного стока на супесчаных почвах достигает значительных величин, особенно в условиях орошаемого земледелия. Уменьшение стока за счет оптимизации предполивных порогов и поливных норм, является существенным резервом повышения экономической эффективности орошения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас опасных метеорологических явлений на территории Беларуси: учеб. пособие / В. Ф. Логинов [и др.] – М.: Мещер. ф-л ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова, 2016. – 58 с.
2. Лихацевич, А. П. Сельскохозяйственные мелиорации: учебник для студ. высш. учеб. завед. по спец. «Мелиорация и водное хозяйство» / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко, Г. И. Михайлов; под ред.: А. П. Лихацевича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 319 с.
3. Почвы Беларуси: учеб. пособие для студентов агрономических специальностей учреждений, обеспечивающих получение высшего образования / А. И. Горбылева [и др.]; под ред. А. И. Горбылевой. — Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 184 с.
4. Усовершенствованный алгоритм управления орошением в производственных условиях / А. П. Лихацевич, Г. В. Латушкина, И. А. Романов, С. В. Набздоров // Мелиорация. Современные методики, инновации и опыт практического применения: материалы Международной научно-практической конференции (Минск, 19–20 октября 2017 г.) / Национальная академия наук Беларуси, Институт мелиорации; ред.: Н. К. Вахонин [и др.]. – Минск, 2017. – С. 30–40.
5. Рекомендации по управлению дождеванием в производственных условиях, обеспечивающему за счет оперативности и повышения качества полива условия для получения максимальной прибыли от орошения сельскохозяйственных культур: рекомендации / А. С. Анженков [и др.]. – Минск: РУП «Институт мелиорации», 2020. – 38 с.
6. Романов, И. А. Анализ потерь внутрипочвенной влаги на сток при разных режимах орошения многолетних трав / И. А. Романов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 196–201.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И ЕГО ОСОБЕННОСТИ В КОНТЕКСТЕ ПЕРЕХОДА К ИННОВАЦИОННЫМ МЕТОДАМ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ В АПК

Т. Н. МЫСЛЫВА, О. А. КУЦАЕВА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: byrty41@yahoo.com, alexa-1982@bk.ru

(Поступила в редакцию 15.04.2021)

Совершенствование методологических подходов к развитию современного землеустройства в процессе внедрения инновационных методов хозяйствования в АПК является чрезвычайно актуальным для аграрного сектора экономики Беларуси. В статье приведены результаты структурно-функционального анализа землеустройства как действенного инструмента для повышения эффективности землепользования и информационной базисной основы обеспечения процесса имплементации системы точного земледелия, на базе которого разработан комплекс первоочередных задач развития современного землеустройства в контексте перехода к инновационным методам хозяйствования. На основании критического анализа литературных и информационных источников разработана структурно-логическая модель системы организации устойчивого землепользования, а также методологические подходы к определению сайт-специфической менеджмент-зоны как подсистемы точного земледелия и элементарной единицы, выделяемой при осуществлении землеустроительных мероприятий. С позиций методологии системного подхода выполнено теоретическое обоснование и разработана математическая модель структуры сайт-специфической менеджмент-зоны как открытой сложной системы взаимосвязанных компонентов, взаимодействующих друг с другом и одновременно испытывающих влияние со стороны внешней среды, обеспечивающей ее динамическое неравновесие, а также установлена структура ее внутренних составляющих, обеспечивающих функционирование (использование) менеджмент-зоны. Результаты исследований позволят оптимизировать сельскохозяйственное землепользование и повысить рентабельность сельскохозяйственного производства на территориальном уровне.

Ключевые слова: землеустройство, эффективность, инновации, точное земледелие, менеджмент-зона, структура.

Improving methodological approaches to the development of modern land management in the process of introducing innovative methods of management in the agro-industrial complex is extremely relevant for the agricultural sector of Belarusian economy. The article presents results of structural and functional analysis of land management as an effective tool for increasing the efficiency of land use and an information basis for ensuring the implementation of precision farming system, on the basis of which a set of priority tasks for the development of modern land management in the context of transition to innovative methods of economic management has been developed. Based on a critical analysis of literary and information sources, a structural-logical model of a system for organizing sustainable land use has been developed, as well as methodological approaches to determining a site-specific management zone as a subsystem of precision farming and an elementary unit allocated during the implementation of land management activities. From the standpoint of methodology of systematic approach, a theoretical substantiation was carried out and a mathematical model of the structure of a site-specific management zone was developed as an open complex system of interconnected components that interact with each other and at the same time are influenced by the external environment, ensuring its dynamic disequilibrium, and the structure of its internal components that ensure the functioning (use) of the management zone. The research results will optimize agricultural land use and increase the profitability of agricultural production at the territorial level.

Key words: land management, efficiency, innovation, precision farming, management zone, structure.

Введение

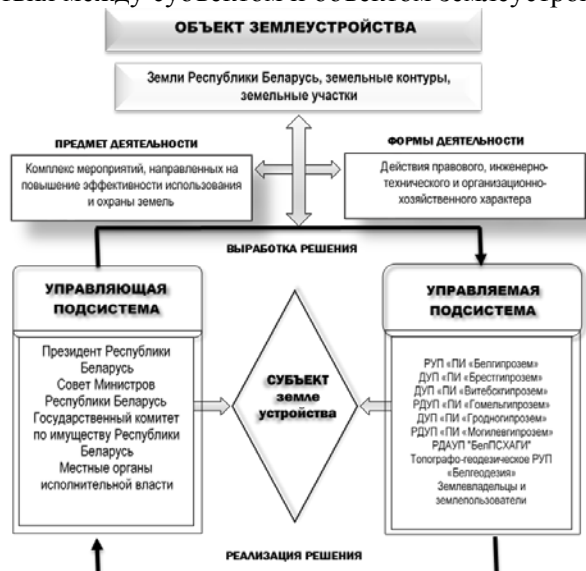
Одним из действенных механизмов, обеспечивающих эффективное и рациональное землепользование, охрану и воспроизводство почвенного плодородия, является управление земельными ресурсами – составляющая аграрной и продовольственной политики [1]. Важнейшей характеристикой управления земельными ресурсами, в свою очередь, является его эффективность, которая как экономическая категория в общем виде относится к функции, включающей в себя как эффект землепользования (результат), так и ресурсы, потребляемые для достижения этого эффекта [2]. Землеустройство, в своем широком понимании, являющееся целостной системой взаимосвязанных мероприятий и действий, направленных на эффективное использование земли, формирует и обеспечивает процесс взаимодействия между составными компонентами эффективной системы управления земельными ресурсами, являясь связующим звеном между ними.

В условиях постоянного удорожания энергоресурсов и сокращения площадей, пригодных для выращивания сельскохозяйственных культур, актуальной становится проблема поиска наиболее эффективных способов управления рентабельностью и снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции, а также повышения эффективности использования сельскохозяйственных земель. Одним из способов ее успешного решения является внедрение в сфере землепользования инновационных технологий, в частности технологии точного (прецизионного) земледелия – современной концепции управления сельским хозяйством, использующей цифровые методы для мониторинга и оптимизации процессов сельскохозяйственного производства [3–5].

Землеустроительная деятельность является неотъемлемым условием обеспечения устойчивого землепользования, осуществляемого на основе внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий в аграрном секторе хозяйствования. В этой связи целью исследований стало усовершенствование методологических подходов и формулирование основных перспективных задач развития современного землеустройства в контексте перехода к инновационным методам хозяйствования в АПК. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: 1) выполнен структурно-функциональный анализ землеустройства как инструмента для повышения эффективности землепользования; 2) разработана структурно-логическая модель системы организации устойчивого землепользования сельскохозяйственного предприятия на основе внедрения системы точного земледелия; 3) определены структурная организации и роль сайт-специфических менеджмент-зон в контексте внедрения технологии точного земледелия как системы устойчивого землепользования.

Основная часть

Теоретической и методологической основой исследования стали труды отечественных и зарубежных ученых, специализирующихся в области землеустройства, эффективного и рационального использования земельных ресурсов, а также законодательные и иные нормативные и правовые акты Республики Беларусь. Для раскрытия темы исследования использованы эмпирические методы (наблюдение, сравнение), эмпирико-теоретические (анализ, синтез), монографический и графический методы. Осуществление землеустроительной деятельности является динамическим, а ее совершенствование – постоянным процессом, который должен реализовываться на принципах устойчивого развития для осуществления эффективного землепользования. Данное утверждение базируется на основных положениях НСУР-2030 – долгосрочной стратегии, определяющей цели, этапы и направления перехода Республики Беларусь к инновационному развитию экономики [6]. Исходя из этого, современное землеустройство также должно соответствовать инновационному вектору развития и осуществляться с учетом следующих положений: соответствовать изменяющимся политическим, правовым, социально-экономическим, экологическим, технологическим условиям и общемировой концепции устойчивого развития; распространяться на все категории и виды земель, формы собственности, всех землевладельцев и землепользователей; осуществляться на всех иерархических территориальных уровнях – национальном, региональном, локальном; обеспечивать экономически эффективное и экологически безопасное землепользование; являться эффективным инструментом внедрения инновационных технологий землепользования в аграрной сфере. Механизм организации осуществления землеустроительной деятельности в Беларуси предусматривает наличие тесного взаимодействия между субъектом и объектом землеустройства (рис. 1).



Важно отметить, что каждый из представленных элементов является динамичной системой, способной изменяться под воздействием внешних и внутренних факторов. Формирование субъекта землеустройства осуществляется посредством взаимодействия управляющей и управляемой подсистем, при этом управляющая подсистема вырабатывает решения, обеспечивая контроль за их выполнением, а управляемая подсистема реализует решения через их практическое выполнение. Обе эти подсистемы, как единое целое, тесно взаимодействуют с объектом землеустройства и действуют во взаимосвязи с внешней средой, определяющей характеристики их деятельности.

Рис. 1. Механизм организации осуществления землеустроительной деятельности в Республике Беларусь

Методологические подходы к разработке и реализации мероприятий в рамках современного землеустройства предусматривают: применение инновационных технологических и технических достижений; системный и интегрированный подход; ландшафтный и экосистемный подход; механизмы и

принципы землепользования; нормативно-правовое поле; направленность на устойчивое развитие; учет законов развития природных систем и ресурсного потенциала.

Исходя из того, что одной из главных целей осуществления землеустройства является достижение состояния устойчивого развития, целесообразно дополнить определение понятия «землеустройство», обозначенное Кодексом Республики Беларусь о земле (КоЗ РБ) [7, ст. 1], и трактовать его следующим образом: «землеустройство – комплекс мероприятий по инвентаризации земель, планированию землепользования, установлению (восстановлению) и закреплению границ объектов землеустройства, проведению других землеустроительных мероприятий, направленных на повышение эффективности использования и охраны земель и достижения такого состояния земельных отношений, которое отвечало бы концепции устойчивого развития». Такое дополнение к уже существующему определению позволит раскрыть экологическую и социальную значимость осуществления землеустроительных мероприятий в контексте достижения целей устойчивого развития. Современное землеустройство, должно согласовываться с объективно действующими законами природы, среди которых определяющими при разработке и осуществлении землеустроительной деятельности, по нашему мнению, являются следующие: закон внутреннего динамического равновесия; закон необходимого разнообразия; закон неравномерности развития систем; закон оптимальности; закон совокупного действия природных факторов; закон толерантности; закон упорядоченности заполнения пространства и пространственно-временной определенности. Среди законов социально-экономического развития при осуществлении современного землеустройства первоочередными являются закон соответствия производственных отношений характеру и уровню развития производительных сил, закон соотношения спроса и предложения и закон свободной конкуренции.

Важным аспектом в развитии современного землеустройства является его нормативное правовое обеспечение, представленное законодательными и подзаконными актами. Поскольку, как уже было обозначено ранее, землеустройство является динамической системой, законодательное обеспечение землеустроительной деятельности также должно развиваться. Прежде всего, по нашему мнению, необходимо принятие отдельного закона о землеустройстве, регулирующего землеустроительную деятельность в разрезе отдельных объектов, субъектов и мероприятий. В частности, следует разграничить и четко обозначить мероприятия, проводимые в рамках межхозяйственного и внутрихозяйственного землеустройства, что в данный момент отсутствует в действующем КоЗ РБ. Необходимо также расширить и дополнить перечень землеустроительных мероприятий, приведенный в ст. 78 КоЗ РБ, с учетом перехода аграрного сектора к инновационным методам хозяйствования, в частности к внедрению системы точного земледелия. Значимым документом, относящимся к подзаконным актам, регулирующим вопросы современного землеустройства, является Государственная программа «Земельно-имущественные отношения, геодезическая и картографическая деятельность» на 2021–2025 годы, утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь №55 от 29.01.2021 г. Однако, учитывая тот факт, что неотъемлемой составляющей современного землеустройства является охрана земель, требуется разработка и принятие Национального плана действий по предотвращению деградации земель и почв на период 2021–2025 гг., который предусматривал бы реализацию практических мер, направленных на предотвращение деградации земель, сохранение и воспроизводство почвенного плодородия. Завершающим этапом нормативного правового обеспечения современного землеустройства должна стать разработка новых и совершенствование существующих технических нормативных правовых актов, а также механизмов контроля их реализации.

Анализ методологических основ развития современного землеустройства в контексте перехода к инновационным методам хозяйствования в АПК позволяет сформулировать его основные перспективные задачи: 1) осуществление эффективной государственной политики в области земельных отношений, организации рационального использования и комплексной охраны земель, сохранения и воспроизводства плодородия почв; 2) внедрение инновационных методик землеустройства, базирующихся на рекомендациях UN-Habitat и Международном стандарте ISO 19152:2012 и учитывающих необходимость достижения целей устойчивого развития; 3) развитие теории и практики цифрового землеустройства, а также методического обеспечения его проведения; 4) развитие землеустройства с целью создания территориальных условий для эффективного внедрения инновационных методов хозяйствования в сельскохозяйственное производство; 5) создание и реализация эффективной государственной системы мониторинга качества управления земельными ресурсами.

Следует подчеркнуть, что именно землеустройство является базисной информационной основой для цифрового сельского хозяйства, базирующегося на принципах точного земледелия и адаптивно-

ландшафтных подходах, позволяющей решать вопросы планирования и рационального использования земельных ресурсов и принимать эффективные проектные и управленческие решения [8]. Более того, цифровые технологии в аграрном производстве должны в обязательном порядке интегрироваться на базе цифрового землеустройства. В противном случае отсутствие системной образующей в виде землеустройства будет приводить к огромным экономическим потерям, которые проявляются в недоиспользовании земельного ресурса, ускорении темпов деградации земель, упрощенном нерациональном принципе использования земель [9]. В этой связи считаем целесообразным еще раз подчеркнуть важность перехода от традиционного землеустройства к цифровому, базирующемуся на учете наличия внутрислоевого пространственной неоднородности качества сельскохозяйственных земель, на основе осуществляется выделение зон управления или сайт-специфических менеджмент-зон. Менеджмент-зона, по нашему мнению, является аналогом земельного контура, и наряду с навигационными, регистрирующими и реагирующими технологиями, является базовой пространственной подсистемой точного земледелия. Именно менеджмент-зона выступает в качестве определяющего фактора, влияющего как на дальнейшую имплементацию системы точного земледелия для конкретного землепользователя, так и на принятие решения о внедрении отдельных ее элементов в сельскохозяйственное производство. Более того, в широком понимании сайт-специфическую менеджмент-зону можно рассматривать как один из действенных инструментов для обеспечения устойчивого землепользования в условиях дефицита энергетических ресурсов и усиления антропогенного воздействия на ландшафты в условиях глобальных изменений климата. Исходя из этого, содержание процесса устойчивого землепользования, обеспечиваемого технологией точного земледелия, можно рассматривать как совокупность трех подпроцессов: подготовительного, реагирующего, управляющего (рис. 2).



Рис. 2. Содержание процесса устойчивого землепользования

В общем итоге процесс организации устойчивого землепользования реализуется посредством перехода от общего (землепользование в целом либо вид земель) к частному (сайт-специфическая менеджмент-зона либо земельный контур) и должен обеспечить оптимальное использование как всех земель независимо от их вида, так и конкретных земельных участков, под которыми в данном случае подразумеваются менеджмент-зоны.

С точки зрения системного подхода сайт-специфическая менеджмент-зона является открытой сложной системой взаимосвязанных компонентов, взаимодействующих друг с другом и одновременно испытывающих влияние со стороны внешней среды. Данная система находится в динамическом неравновесии под воздействием внутренних связей и внешних факторов. Следует особо указать на то, что характерной отличительной особенностью менеджмент-зоны как системы является то, что количество ее компонентов в течение некоторого промежутка времени остается неизменным, в то время как количественные и качественные характеристики этих компонентов имеют свойство изменяться во времени. Если исходить из предположения о том, что сайт-специфическая менеджмент-зона является системой (Mz) с соответствующей площадью и состоит из набора компонентов, размещаемых в пределах этой площади,

то структуру менеджмент-зоны можно представить в следующем виде: $Mz = \{P_m, G_m, E_m, A_m, N_m\}$. Состояние территории менеджмент-зоны на время t будет определяться набором ее внутренних количественных и качественных характеристик (элементов): $M_z(t) = \{p_{it}, g_{it}, e_{it}, a_{it}, n_{it}\}$. Менеджмент-зона находится во внешней среде (W), состоящей из множества внешних компонентов, также объединенных в системы. Под внешней средой в данном конкретном случае подразумевается технология выращивания той либо иной сельскохозяйственной культуры. Исходя из положений общей теории систем и модели сельскохозяйственной территории, предложенной А. Ю. Мельничуком [10], для наглядности представим систему «сайт-специфическая менеджмент-зона» в виде мультиграфа, в котором вершинами являются внутренние компоненты менеджмент-зоны, а ребрами – связи между ними (рис. 3).

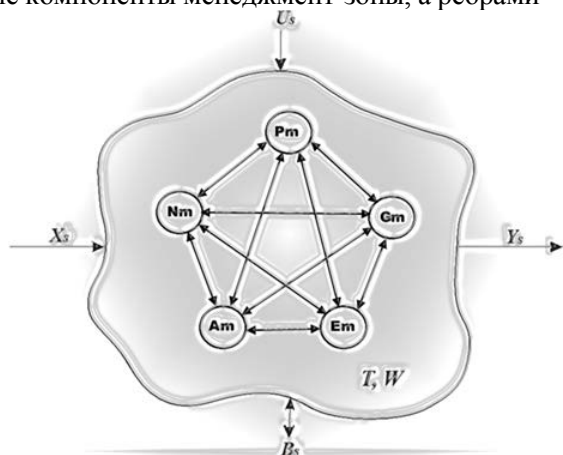


Рис. 3. Мультиграф системы «сайт-специфическая менеджмент-зона»

(P_m – выращиваемая сельскохозяйственная культура; G_m – геометрические условия; E_m – экологические условия; A_m – агрохимические показатели; N_m – природные условия; X_s – множество входных сигналов; Y_s – множество выходных сигналов; U_s – множество управленческих сигналов; B_s – случайные сигналы (шумы); W – внешняя среда; T – время)

Фактором времени по отношению к менеджмент-зоне выступает срок ротации севооборота.

Для осуществления перехода от плоскостного понимания структуры менеджмент-зоны как системы (2) к векторному предположим, что каждый из ее компонентов, как множество, в свою очередь также состоит из подмножеств элементов $\{p_i, g_i, e_i, a_i, n_i\}$, являющихся количественными и качественными характеристиками (параметрами) менеджмент-зоны или системными переменными, где $i=1, n$.

Если множество системных переменных подмножеств упорядочено, то менеджмент-зону можно представить в следующем виде:

$$M_z = \begin{cases} P_m = \{p_1, p_2, \dots, p_{n1}\} \\ G_m = \{g_1, g_2, \dots, g_{n2}\} \\ E_m = \{e_1, e_2, \dots, e_{n3}\} \\ A_m = \{a_1, a_2, \dots, a_{n4}\} \\ N_m = \{n_1, n_2, \dots, n_{n5}\} \end{cases}$$

Функционирование (использование) сайт-специфической менеджмент-зоны происходит под влиянием значительного количества разнообразных межкомпонентных связей, возникающих между ее внутренними составляющими. Основными характеристиками внутренних составляющих при этом являются: 1) сельскохозяйственная культура, выращиваемая в звене севооборота: зерновая, пропашная, кормовая, техническая, овощная, $P_m = \{p_1, p_2, \dots, p_{n1}\}$; 2) геометрические (пространственные) условия: площадь, периметр, конфигурация, $G_m = \{g_1, g_2, \dots, g_{n2}\}$; 3) экологические условия: уровень загрязнения тяжелыми металлами, остатками пестицидов, радионуклидами, $E_m = \{e_1, e_2, \dots, e_{n3}\}$; 4) агрохимические свойства почвы: содержание гумуса, подвижных фосфора и калия, микроэлементов, pH почвенного раствора, $A_m = \{a_1, a_2, \dots, a_{n4}\}$; 5) природные условия: тип почвенного покрова, климатические условия, рельеф, $N_m = \{n_1, n_2, \dots, n_{n5}\}$. Каждый из указанных параметров является системной переменной системы «сайт-специфическая менеджмент-зона» M_z . В этом случае, если множество системных переменных является упорядоченным, то структура менеджмент-зоны может быть представлена в следующем виде: $M_z = \{p_1, p_2, \dots, p_{n1}, g_1, g_2, \dots, g_{n2}, e_1, e_2, \dots, e_{n3}, a_1, a_2, \dots, a_{n4}, n_1, n_2, \dots, n_{n5}\}$. Множество связей между компонентами системы – менеджмент-зоны и внешней

Область, ограниченная вершинами и внешними ребрами графа, составляет менеджмент-зону, которая находится во внешней среде W . Входными сигналами (X_s) системы являются информация и ресурсы, получаемые из внешней среды, и управленческие решения (U_s), выходными (Y_s) – обработанные в системе и направленные во внешнюю среду информационные потоки обратной связи и переработанные в виде сельскохозяйственной продукции ресурсы и энергия из внешней среды, а также случайные сигналы (B_s).

Поскольку, как уже было обозначено ранее, внешней средой менеджмент-зоны является технология выращивания сельскохозяйственной культуры, к факторам внешней среды следует, прежде всего, отнести следующие: инвестиции; материально-финансовые ресурсы; энергетические ресурсы; минеральные удобрения и иные агрохимикаты.

средой W является структурой данной системы и обозначается как $\Sigma = \{\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_k\}$. С учетом изменений во времени множество внутренних элементов, структура и внешняя среда менеджмент-зоны будут иметь следующий вид: $S_z(t) = \{p_1(t), \dots, p_{n1}(t), g_1(t), \dots, g_{n2}(t), e_1(t), \dots, e_{n3}(t), a_1(t), \dots, a_{n4}(t), n_1(t), \dots, n_{n5}(t)\}$; $\Sigma(t) = \{\sigma_1(t), \sigma_2(t), \dots, \sigma_k(t)\}$; $W(t) = \{W_1(t), W_2(t), \dots, W_m(t)\}$. Исходя из вышеизложенного, можно констатировать, что с точки зрения системного подхода сайт-специфическая менеджмент-зона является элементарной территорией, для которой характерны относительная простота внутренних и внешних связей, и самым простым структурным элементом сельскохозяйственных земель. Следовательно, модель менеджмент-зоны $M_z(t)$, функционирующей во внешней среде и изменяющейся во времени в общем виде может быть представлена в следующем виде: $M_z(t) = M_z(S_z(t), \Sigma(t), W(t), F)$, где F – закон (функциональная зависимость), согласно которому в зависимости от внешних факторов $W(t)$ происходит изменение во времени внутренних элементов $S_z(t)$, структуры $\Sigma(t)$ и самой менеджмент-зоны.

По нашему мнению, сайт-специфическая менеджмент-зона может быть определена в качестве элементарной единицы, выделяемой при осуществлении землеустроительных мероприятий для целей прецизионного земледелия. Ее идентификация как подсистемы точного земледелия, организуется посредством реализации функциональных возможностей геоинформационных систем с использованием в качестве инструментов методов геопространственной статистики, кластерного анализа и геоинформационного анализа. В то же время важно отметить и то, что структура менеджмент зоны является динамической, а отдельные ее внутренние компоненты будут всегда претерпевать изменения своих количественных и/или качественных характеристик. Более того, изменения будет претерпевать такая ее внутренняя составляющая, как геометрические (пространственные) условия, а точнее ее площадной компонент. Это объясняется тем, что с учетом описанных выше подходов менеджмент-зона может определяться по различным наборам параметров, в зависимости от цели использования сельскохозяйственных земель. Например, при дифференциации землепользования для оценки возможности получения сельскохозяйственной продукции, используемой в качестве сырья для производства продуктов детского питания, приоритетным набором параметров для определения сайт-специфических менеджмент-зон будут не агрохимические свойства, а уровень загрязнения почвы.

Заключение

В ближайшей перспективе основной задачей современного землеустройства следует считать обеспечение применения инновационных технических и технологических достижений в сфере эффективного использования, охраны и воспроизводства земельных ресурсов, реализуемое посредством обеспечения информационной базы для внедрения энерго- и ресурсосберегающих прецизионных (точных) технологий в аграрном производстве, базирующихся на использовании высокоточной сельскохозяйственной техники, данных дистанционного зондирования и функциональных возможностей геоинформационных технологий. Это позволит оптимизировать структуру и эффективность землепользования посредством рациональной трансформации земельных угодий и обеспечить получение оперативных и точных данных как о количественном составе и качественном состоянии земель, так и об их правовом статусе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свитин, В. А. Управление земельными ресурсами: монография: в 5 т. Том 1. Теоретические и методологические основы / В. А. Свитин. – Минск: Беларуская навука, 2019. – 360 с.
2. Auzinsa, A. Measuring land-use efficiency in land management / A. Auzinsa, I. Geipeleband, I. Stamure // *Advanced Materials Research*. – 2013. – Vol. 804. – P. 205–210.
3. Мыслыва, Т. Н. Внедрение точного земледелия в Республике Беларусь в контексте национальных отношений: проблемы и перспективы / Т. Н. Мыслыва, О. А. Куцаева // *Вестник БГСХА*. – 2020. – №4. – С. 154–163.
4. Maloku, D. Adoption of precision farming technologies: USA and EU situation / D. Maloku // *Practical Application of Science*. – 2020. – Vol. VIII. – Issue 22. – P. 7–14.
5. Мыслыва, Т. Н. Прецизионные технологии: мировой опыт и перспективы для Беларуси / Т. Н. Мыслыва, Б. В. Шелюто, О. А. Куцаева // *Наука и инновации*. – 2021. – №3(217). – С. 4–10.
6. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года. – [Электронный ресурс]: одобрена протоколом заседания Президиума Совета Министров Республики Беларусь от 02.05.2017 г. №10 – Режим доступа: <chrome-extension://mhjfbmdgcfjbbpaeojofohoefgiehjai/index.html>
7. Кодекс Республики Беларусь о земле [Электронный ресурс]: 23 июля 2008 г., № 425-З. – Режим доступа: https://kodeksy-by.com/kodeks_rb_o_zemle.htm.
8. Папаскири, Т. В. Теоретические положения экономики и организации обеспечения землеустроительного проектирования и землеустройства на основе автоматизации / Т. В. Папаскири. – *Вестник РУДН. – Серия Агрономия и животноводство*. – 2014. – № 4. – 31–37.
9. Папаскири, Т. В. Землеустроительное проектирование и землеустройство на основе автоматизации: проблемы и решения / Т. В. Папаскири // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. – 2015. – № 8 (127). – С. 10–15.
10. Мельничук, О. Ю. Моделювання ефективного використання території для землеустрою / О. Ю. Мельничук, В. У. Волошин // *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. – 2009. – Вип. I (17). – С. 289–295.

ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 37.091.3:657-057.875

РЕАЛИЗАЦИЯ ЛИЧНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ НА КАФЕДРЕ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА УО БГСХА

С. Н. КОВАЛЁВА, А. В. КУДРЯВЦЕВА

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: kovalieva-s@mail.ru*

(Поступила в редакцию 10.03.2021)

В настоящее время для рынка труда характерен высокий спрос на высококвалифицированных и способных мыслить специалистов, умеющих самостоятельно принимать эффективные управленческие решения. Данный спрос формируется, главным образом, работодателями, которые заинтересованы в работниках с определенными качествами, способствующими развитию конкурентоспособности предприятия. В этой связи к организации процесса обучения студентов в вузах Республики Беларусь предъявляются новые требования, отличные от классического подхода.

Личностно-ориентированный подход в обучении наиболее отвечает современным требованиям гуманистического образования. Его популярность непосредственно связана с рядом факторов: во-первых, современное общество нуждается в нетипичной яркой личности, которая позволит будущему выпускнику занять свое место в мобильном мире; во-вторых, сегодняшние студенты очень подвижны и свободны, прагматичны в своих действиях, что требует от педагога применения новых технологий обучения, подходов и методов взаимодействия; в-третьих, отечественная высшая школа нуждается в гуманизации отношений между педагогом и студентом.

При этом личностно-ориентированный подход в обучении ставит своей целью не слепое следование образовательному стандарту, а воспринимает его как средство, определяющее способы и методы использования материала для развития внутренних качеств личности. Главным условием успешности реализации личностно-ориентированного подхода в обучении является динамика личностного развития студентов.

Ключевые слова: *личностно-ориентированный подход, обучение, технологии, индивидуальность, бухгалтерский учет.*

Currently, the labor market is characterized by a high demand for highly qualified and capable of thinking professionals who are able to independently make effective management decisions. This demand is generated mainly by employers who are interested in workers with certain qualities that contribute to the development of an enterprise's competitiveness. In this regard, new requirements are imposed on the organization of the process of teaching students in the universities of the Republic of Belarus, which differ from the classical approach.

The personality-oriented approach to teaching best meets the modern requirements of humanistic education. Its popularity is directly related to a number of factors: firstly, modern society needs an atypical bright personality that will allow a future graduate to take his place in the mobile world; secondly, today's students are very mobile and free, pragmatic in their actions, which requires the teacher to use new teaching technologies, approaches and methods of interaction; thirdly, the domestic higher school needs to humanize the relationship between teacher and student.

At the same time, the personality-oriented approach to teaching sets as its goal not blind adherence to the educational standard, but perceives it as a means that determines the ways and methods of using the material for the development of inner qualities of the individual. The main condition for the successful implementation of a student-centered approach in teaching is the dynamics of students' personal development.

Key words: *personality-oriented approach, training, technology, individuality, accounting.*

Введение

Современное развитие отечественного образования большую роль отводит формированию творческих возможностей человека, созданию необходимых условий для обогащения интеллектуального, эмоционального и нравственного потенциала личности, стимулированию у нее потребности реализовать себя. В соответствии с этим цель современного образования выходит за пределы традиционных представлений о нем как о системе передачи знаний, формирования умений и навыков. Изучение различных технологий, действующих на основе личностно-ориентированного обучения, позволило определить сильные и слабые их стороны и установить, каким образом педагогам следует комбинировать различные приемы технологий, для получения наилучших результатов. Кроме того, остро

стоит вопрос активной реализации личностно-ориентированных технологий обучения в условиях современной высшей школы.

В процессе исследования были определены направления реализации личностно-ориентированного подхода в учебном процессе на примере учебных дисциплин кафедры бухгалтерского учета УО БГСХА для повышения эффективности подготовки студентов факультета бухгалтерского учета.

Основная часть

Основы личностно-ориентированного подхода в образовании были заложены еще Сократом, Платоном, Аристотелем, Плутархом и др. Так, еще Платон считал, что «при обучении следует обеспечить «свободу призвания», т. е. учитывать личные склонности» [1].

В конце XX века идеи личностно-ориентированного обучения, развития творческих способностей учащихся стали действительно востребованы. Главные положения личностно-ориентированного подхода раскрыты в работах Ш. А. Амонашвили, Е. В. Бондаревской, В. А. Петровского, И. С. Якиманской и др. [2, с. 26].

Личностно-ориентированный подход в обучении представляет собой воплощение гуманистической философии, психологии и педагогики. В центре внимания педагога находится уникальная личность учащегося, которая стремится к максимальной реализации своих возможностей, открыта для усвоения нового опыта, способна на осознанный и ответственный выбор в различных жизненных ситуациях. В отличие от формальной передачи знаний и социальных норм в традиционных технологиях здесь главной целью обучения и воспитания становится достижение личностью перечисленных выше качеств.

Основными характеристиками личностно-ориентированного подхода в обучении являются:

- с позиции цели – это развитие личности как субъекта жизнедеятельности и человека культуры;
- с позиции знаний, умений и навыков – это средство развития личности;
- с позиции положения обучающегося – это субъект процесса обучения;
- с позиции основных дидактических средств – это диалог, полилог, сотрудничество, творческая учебно-познавательная деятельность;
- с позиции аксиологической основы – это потребности и интересы личности;
- с позиции роли преподавателя – это координатор, консультант, помощник, организатор;
- с позиции получения основных результатов – это повышение уровня личностного развития, учебной самостоятельности, самоопределения и самореализации [3, с. 35].

Ключевым понятием личностно-ориентированного подхода как педагогического процесса является личностно-ориентированная учебная ситуация. Создаваясь целенаправленно, она ставит учащегося в новые условия, требующие от него иную модель поведения, чему предшествует рефлексия и переосмысление созданной ситуации. В основе создаваемых личностно-утверждающих ситуаций лежат: самостоятельная постановка цели, нравственный выбор, преодоление препятствий, переживание радости собственного успеха, значимость для других людей, самоанализ и самооценка учащимся своих достижений, отказ от своих прежних воззрений и принятие новых ценностей.

До сих пор проблема применения личностно-ориентированного обучения в вузе, разработки его на технологическом уровне остается не решенной. Рекомендации дидактического обеспечения личностно-ориентированного обучения в школьном курсе, разработанные И. С. Якиманской, В. В. Сериковым [4, с. 56], в условиях высшей школы, на наш взгляд, могут быть сформулированы следующим образом:

- государственный образовательный стандарт специальности должен быть доступен и абитуриенту, и студенту;
- адаптированной рабочей программой по изучаемым дисциплинам должен быть обеспечен каждый студент;
- учебный план должен быть субъективно значимым для обучаемого, а организация учебной деятельности должна учитывать его личностное развитие;
- при освоении учебного материала у студента должна быть возможность выбора учебных задач, заданий;
- следует поощрять и стимулировать студентов к формированию собственного стиля учебной деятельности путем выбора наиболее приемлемых для них способов переработки учебного материала;
- формирование общенаучных умений с учетом индивидуальных способностей и особенностей студентов;

– не только оценивать конечный результат учебной деятельности, но и способствовать формированию самоконтроля, активизации рефлексии.

Концепция личностно-ориентированного подхода позволяет реализовать главную задачу современной высшей школы, которая представляет собой выполнение государственного задания по удовлетворению потребностей общества в высококвалифицированных специалистах, способных обеспечить экономический инновационный рост Республики Беларусь, а также сохранить и развивать нравственные и культурные ценности. Кроме того, использование личностно-ориентированного подхода обеспечивает возможность качественного освоения профессии, создает условия формирования важнейших качеств будущего специалиста, в том числе и в области бухгалтерского учета. Поэтому сегодня качество профессионального образования стоит на первом месте.

Основная задача педагога вуза заключается в разработке средств и создании условий обучения, способствующих раскрытию учебно-познавательных возможностей студентов и максимальной активности в усвоении программного материала. На занятиях по учебным дисциплинам кафедры бухгалтерского учета преподаватели используют современные педагогические технологии, но это требует качественной подготовки к каждому занятию и создание комплекса методического обеспечения дисциплины.

Важным в педагогической деятельности является следование принципу гуманизации процессов обучения и воспитания. При его реализации на занятиях по учебным дисциплинам кафедры бухгалтерского учета преподаватели проявляют уважение к студентам и заинтересованность в их дальнейшей судьбе, веру в студентов и терпимость к их недостаткам, стремятся к сотрудничеству в учебной деятельности, равенству в правах преподавателя и студента, учитывают право студента на собственную точку зрения и на ошибку. Взаимоотношения должны строиться по принципу: не запрещать, а направлять; не принуждать, а убеждать; не командовать, а организовывать; не ограничивать, а предоставлять возможность выбора.

Мы видим в студенте личность, способную развивать свои природные ум и любознательность, делать выбор, принимать решения и нести за них ответственность, вырабатывать собственные ценности в процессе учебной и другой деятельности.

Однако, принимая во внимание, что учение – это труд, осуществлять его без принуждения невозможно. При этом оно должно оставаться гуманным и интересным, осознанным и желаемым. Необходимо предоставлять в учении большую самостоятельность, а указания и требования заменить советами и пожеланиями.

При подготовке студентов по специальности «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» преподаватели активно реализуют одно из направлений личностно-ориентированного подхода – дифференцированный подход к обучению с учетом уровня интеллектуального развития студента, его подготовки по данному предмету, его способностей и задатков. Центром учебного процесса является не преподаватель и не предмет, а студент. Изучение бухгалтерского учета предполагает тесное взаимодействие следующих форм обучения: лекций, практических занятий, самостоятельной работы.

Лекция – это один из методов устного изложения учебного материала преподавателем. Но, в силу разного уровня подготовленности студентов по бухгалтерскому учету и их способностей, одни успевают осмыслить и понять, а другие – только механически записать слова преподавателя. Дифференциация индивидуальных способностей студентов вынуждает преподавателя ориентироваться на средний уровень. Это не дает возможности преподавателю излагать материал на высоком уровне, приводить интересные практические ситуации, ставить проблемные вопросы, которые могут заинтересовать часть аудитории, а у других не вызовут никакого интереса. При всем при этом, преподавателю необходимо довести до студентов не только информацию, но и показать свое отношение к дискуссионным вопросам бухгалтерского учета, а лекционный материал должен соответствовать основным дидактическим принципам: целостности, научности, доступности, систематичности и наглядности. При этом важным аргументом для достижения задач дидактики является собственная познавательная активность самих же студентов.

Практическое занятие является универсальной составляющей образовательного процесса, где под руководством преподавателя происходит обучение студентов, направленное не только на углубление теоретических знаний, овладение практическими умениями и навыками, но и на активизацию личностных проявлений каждого студента.

Практическое занятие по учебным дисциплинам кафедры бухгалтерского учета, как метод обучения имеет свою структуру, каждый элемент которой подчинен конкретной дидактической и воспита-

тельной задаче и направлен на их достижение и реализацию. Обучающая и руководящая деятельность преподавателя осуществляется посредством монологического изложения учебного материала с использованием наглядных презентаций, бухгалтерских документов и регистров, ознакомления с нормативными документами, регулирующими ведение бухгалтерского учета. А для активизации и стимулирования познавательной деятельности студентов преподаватель включает элементы беседы, обращается к практическому опыту, международным стандартам бухгалтерского учета и др. Работая таким образом с учебным материалом и студентами, преподаватель постоянно держит их в поле зрения, время от времени оценивает их работу и при необходимости активизирует ее, стимулирует их самостоятельную деятельность. Заканчивается занятие подведением итогов, в котором дается общая предварительная оценка работы всей группы и отдельных студентов, намечаются основные направления дальнейшего изучения учебного материала темы, его закрепления и применения.

Важно отметить, что практическое занятие сегодня стало очень гибким, разнообразным по целям и задачам, по формам и методам преподавания, насыщенным по использованию новейших технических средств. И все же не всегда его можно назвать личностно-ориентированным. Поэтому, чтобы повысить интерес к занятию, преподаватель иногда не ставит плохой отметки, даже если ответ студента того заслуживает. Стремясь помочь слабым, в том числе и иностранным студентам, он нередко старается «не замечать» проявлений недисциплинированности, включает интересные элементы: деловые игры, решение кроссвордов, тестов, творческих заданий насообразительность с выявлением и поощрением победителей и т.п. Все это, конечно, делает занятие более интересным, привлекательным, результативным с точки зрения поставленных целей. Но и это еще не дает достаточных оснований считать его личностно-ориентированным занятием [5, с. 65].

Мы считаем, что личностно-ориентированное занятие предполагает постоянное обращение к субъектному опыту студентов, а не просто создание преподавателем благоприятной атмосферы. На занятиях по бухгалтерскому учету студент как носитель субъектного опыта, должен иметь возможность максимально использовать его, что позволяет развивать его познавательную активность, самостоятельность, повышать интерес к изучаемой дисциплине, а не слепо усваивать все, что сообщает преподаватель.

Профессиональная позиция преподавателя должна состоять в том, чтобы с уважением относиться к различным высказываниям студентов по изучаемой теме. Он должен продумать не только, какой материал будет излагать на занятии, но и каким субъектным опытом по данному материалу располагают студенты. На занятии должен быть равный диалог, где каждый студент может высказать свое мнение по обсуждаемой теме, не боясь ошибиться. Задача преподавателя обобщить разные мнения, выделить и акцентировать внимание на тех, которые наиболее соответствуют научному содержанию, теме занятия, целям и требованиям дисциплины.

Основной ценностью личностно-ориентированного занятия является то, как учится студент и как он взаимодействует с преподавателем и одноклассниками. Сильные студенты могут проверять работу друг друга или более слабых студентов. При самостоятельной работе студентов с литературой по новой теме преподаватель проводит консультации по изученному, опираясь на активный диалог со студентами. В результате можно судить не только о том, что они усвоили из прочитанного, но и как организовали свою работу с литературой (например, «старались запомнить текст», «выделить главную мысль», «связать с уже известным» и др.). Это позволяет работать на занятии с каждым студентом и группой в целом.

На занятиях по бухгалтерскому учету активно применяются технологии уровневой дифференциации, проектного метода, игровые, информационно-коммуникативные. Они относятся к личностно-ориентированным технологиям, легко адаптируются к индивидуальным особенностям студентов, прививают культуру общения, воспитывают самостоятельность, ответственность, самокритичность.

Следует отметить, что характерной особенностью личностно-ориентированного занятия является опора на психофизиологические предпосылки, предоставляющие студенту возможность прохождения программного материала. Для этого преподавателем разрабатываются карточки-задачи, тестовые задания разной степени сложности.

Работа с нормативной базой – специфический метод обучения бухгалтерскому учету. Данный метод включает в себя работу студентов с нормативными документами, справочной литературой, периодикой, документацией, стимулирует и активизирует самостоятельную познавательную деятельность студентов. По учебным дисциплинам кафедры бухгалтерского учета этот метод реализуется с использованием аналитической правовой системы «Бизнес-Инфо» в учебном процессе.

Немаловажное значение в процессе формирования творчески активной личности имеет обучение студентов основам научно-исследовательской деятельности. Самостоятельный поиск как один из методов обучения позволяет преподавателю, опираясь на имеющиеся у студентов знания, умения и навыки, на индивидуальные способности, ставить перед ними творческую исследовательскую задачу, направлять и консультировать их деятельность, оценивать и использовать полученные результаты в учебном процессе.

Научно-исследовательская деятельность в области бухгалтерского учета способствует формированию готовности будущих специалистов к реализации полученных знаний, умений и навыков, помогает овладеть методологией научного поиска, обрести исследовательский опыт. Индивидуальный подход к процессу обучения, расширение объема знаний по узко профильным проблемам закладывают педагогическую функцию поисковых заданий и проектов. Такие задания вводят студентов в проблемы исследовательских творческих методов познания. Они успешно применяются в преподавательской практике при руководстве научно-исследовательской работой студентов.

С целью углубленной совместной работы над отдельными вопросами бухгалтерского учета на кафедре бухгалтерского учета создана Студенческая научно-исследовательская лаборатория «Бухгалтерский учет и инновации». Она имеет большое значение для углубления знаний студентов по предмету, для расширения их кругозора, для развития отдельных практических навыков бухгалтерской деятельности, для воспитания трудолюбия и любви к своей специальности. Следует иметь в виду, что лаборатория организуется на добровольных началах, а участие в ее работе благотворно влияет на студентов и повышает интерес к предмету, способствует воспитанию у студентов такого качества, как любовь к профессии бухгалтера.

Выполнение студентами домашних заданий является одним из основных видов внеурочной работы. Самостоятельное выполнение домашних заданий приучает студентов к планомерной работе, помогает им осознать необходимость своевременности и полноты выполнения заданий, воспитывает такие необходимые качества, как точность и аккуратность, что очень важно для работника бухгалтерии. Выполняя домашние задания, студенты преодолевают трудности, которые возникают перед ними при выполнении этих заданий, а это способствует воспитанию у них настойчивости, укрепляет их волю и характер.

В процессе изучения бухгалтерского учета большое значение имеют консультации, которые преподаватель проводит во внеурочное время по выполнению домашних заданий, по подготовке к контрольным работам, по повторению пройденного учебного материала и подготовке к экзамену. На индивидуальные консультации преподаватель в обязательном порядке вызывает отдельных неуспевающих студентов для выяснения причин отставания и оказания своевременной помощи.

С целью ликвидации отставания отдельных студентов в группе преподаватель должен нацеливать их на усиление самостоятельной работы во внеурочное время. Причем эту работу необходимо контролировать и требовать от студентов, чтобы они больше внимания уделяли выполнению домашних заданий и подготовке к занятиям. При значительном отставании можно применить метод взаимопомощи, при котором плохо успевающие студенты прикрепляются к более сильным с тем, чтобы последние занимались с отстающими и помогали им ликвидировать отставание и догнать группу.

Таким образом, в педагогической деятельности личностно-ориентированный подход при изучении учебных дисциплин является основополагающим. Преподаватель отбирает материал для занятий с учетом способностей студентов к его восприятию, составляет задания исходя из поставленных целей с учетом межпредметных связей, разрабатывает задания для самостоятельных и контрольных работ. В результате у студентов формируются знания и ответственность, умения и навыки работы с литературой, личностное отношение к тексту, практические предметные умения.

Отметим, что на занятиях во всех группах уделяется большое внимание созданию спокойной обстановки, доброжелательности и взаимопомощи, чувства коллектива. В результате студенты работают свободно, активно, с удовольствием. Стараемся свое внимание во время занятий сосредотачивать не на ошибках и промахах студентов, а на удачах и победах, пусть самых маленьких.

Заключение

Повышение качества образовательных услуг в современных условиях опирается на активное использование личностно-ориентированного подхода в обучении, который подразумевает использование разнообразных механизмов личностного и профессионального развития, возможностей субъектного опыта студентов в образовании. Важным в профессиональном плане является то, что в рамках личностно-ориентированного обучения происходит ценностная переориентация на личность и меха-

низмы саморазвития, самореализации, саморегуляции, самовоспитания, необходимые для становления высококвалифицированного, социально-ответственного и творческого специалиста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилова, М. А. История развития идей личностно ориентированного обучения [Электронный ресурс] / М. А. Гаврилова, В. Е. Гессе // Режим доступа: <http://www.rusnauka.com>–URL:http://www.rusnauka.com/31_ONBG_2009/Pedagogica/54205.doc.htm. – Дата доступа: 07.12.2020.
2. Амонашвили, Ш. А. Гуманная педагогика. Актуальные вопросы воспитания и развития личности / Ш. А. Амонашвили. – Москва: Амрита, 2010. – 288 с.
3. Склярова, Ю. Н. Современные образовательные технологии личностно-ориентированного подхода в образовании / Ю. Н. Склярова // Актуальные вопросы современной педагогики: материалы VI Междунар. науч. конф., Уфа, март 2015 г. – Уфа: Лето, 2015. – С. 33–36.
4. Якиманская, И. С. Основы личностно ориентированного образования / И. С. Якиманская. – Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 224 с.
5. Бекулов, Х. М. Частная методика преподавания бухгалтерского (финансового) учета в условиях многоуровневой системы подготовки экономистов / Х. М. Бекулов, М. Х. Тхазеплова, И. Б. Бекулова // Наука и образование: современные тренды: коллективная монография / гл. ред. О. Н. Широков. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. – С. 58–73.

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСНОГО ДЕЛА В ГОРЕЦКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Ф. С. ПРИХОДЬКО, С. С. СКОРОМНАЯ

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: cka02199@yandex.ru*

(Поступила в редакцию 15.04.2021)

На территории нашей страны лес всегда играл большую роль в хозяйственной деятельности человека. Он давал людям пищу, обеспечивал теплом, был основным строительным материалом, становился спасительным укрытием во время военных лихолетий. Это уникальный возобновляемый ресурс, который и в настоящее время является главнейшим природным богатством для нашей страны.

Уже в XVI–XVII вв. на Беларуси складывается законодательно подкрепленная система управления лесами. В Статуте Великого княжества Литовского 1588 года содержится 8 статей, регулирующих лесное право.

После присоединения к Российской империи особое внимание лесному хозяйству уделялось при императоре Павле. Во время одного из путешествий в 1797 г. минскому губернатору Корнееву было дано указание: «...проезжая губернию, вам вверенную, видел я, к крайнему удивлению, колико истребляется в оной леса без всякой нужды; ибо, невзирая на бесчисленное множество валежника, крепкого и годного на всякие изделия, вновь деревья рубятся, сжигаются и также оставляются на месте без всякого употребления. По обязанности звания вашего, рекомендую вам обратить внимание на сию часть и, с согласиём предводителей дворянства, сделать надлежащие распоряжения, дабы избытки лесов, коими природа щедро здешнюю губернию наградила, с лучшим рассмотрением и сбережением употреблялись, да и вообще хозяйственная часть на таком основании, чтобы прямую пользу и выгоду обывателям приносила» [1, с. 151].

19 июня 1826 г. утверждается положение «О новом устройстве лесной части». Так начинается собственно лесное хозяйство, т.е. образуются лесничества с ограниченной площадью леса, на которой можно было осуществлять планомерную, систематическую деятельность. Появляется должность лесничего, основные принципы действий которого: научность, хозяйственность, учетность, практичность. Возникает необходимость в особенном хозяйственном расчете – плане, т.е. лесоустройстве. Возрастает потребность в соответствующих специалистах. В 1843 году в состав Министерства государственных имуществ перешел из финансового ведомства Лесной департамент вместе с Корпусом лесничих, так называлось специальное формирование вооруженных сил Российской империи.

Определенное внимание лесному делу уделялось и в Горецких учебных заведениях. Уже в «Положении и штатах Горыгорецкой земледельческой школы» от 24 апреля 1836 года в теоретическом учении воспитанников 1 разряда предусматривалось изучение «...теории разных отраслей сельского хозяйства, относящихся собственно до земледелия, скотоводства, лесоводства...». Во втором разряде предусматривалось изучение «... лесоводства, в той степени, как нужно для учреждения правильного лесного хозяйства» [2, с. 4].

В Положении о Горыгорецком земледельческом институте от 30 июня 1848 года среди специальных предметов предусматривалось изучение «... сельского хозяйства со всеми отраслями, как то: полеводством, луговодством, лесоводством и пчеловодством». При институте имелся древесный питомник, в котором произрастало боле девяти тысяч деревьев и кустарников.

В земледельческом училище среди специальных дисциплин также изучались лесоводство и пчеловодство. С целью практического изучения лесного хозяйства Горыгорецкому земледельческому институту отводился лесной участок.

Первым адъюнкт-профессором, читавшим в Горыгорецком земледельческом институте лесоводство и лесоустройство, был Кньюфер Рейнгард Егорович. С 1853 года профессором лесоводства работал уже выпускник 1850 года Горыгорецкого земледельческого института Юрий Юрьевич Жебенко.

В перечне учебников по лесоводству использовались: сочинения известных на тот период ученых Генриха Котта и Александра Алексеевича Длатовского, и собственные записки Р. Е. Кньюфера и Ю. Ю. Жебенко.

С 1859 года в Горыгорецком земледельческом институте вводится новый учебный план. Отличительной его особенностью становится отказ от подготовки агрономов-универсалов, переход на подготовку агрономов узкого профиля. Уже на второй год обучения студент избирал себе одну из следующих четырех специальностей: земледелие, скотоводство, экономику или лесоводство. При этом, снова же, лесоводство было не отдельной, самостоятельной специальностью, а дополнительной к сельскохозяйственной специальности. В результате после окончания института те, кто и прослушал дополнительный курс лесных наук и лесной технологии могли получить звание действительного студента агрономии и лесоводства. Степень кандидата присуждалась выпускникам с более высоким баллом успеваемости, написавшим и защитившим дипломную работу.

До закрытия института в Горках, в условиях работы по новому учебному плану, был произведен один выпуск лесоводов в количестве 21 чел.

После провала восстания 1863 года в Горках было арестовано более 145 человек, среди них были 61 студент и 5 преподавателей. Всех их осудили и отправили кого на каторгу, кого в ссылку, остальные продолжили учебу в С.-Петербурге.

24 июля 1864 года было принято решение о закрытии института в Горках и его переводе в Санкт-Петербург, в здание Санкт-Петербургской Лесной академии (так в то время назывался Санкт-Петербургский Лесной институт). Санкт-Петербургская Лесная академия была закрыта, и вместо нее 3 декабря 1865 года открыта Петровская Земледельческая и Лесная академия в Москве. Но из Горок переведен был только институт, но оставались средние учебные заведения. В Горках (с 6000 населением) продолжали работать учебные заведения, находящиеся в ведении Главного управления землеустройства и земледелия – сельскохозяйственное училище, землемерно-агрономическое училище (наследник землемерно-таксаторских классов), ремесленное училище и сельскохозяйственная ферма. К тому же некоторые преподаватели Горыгорецкого земледельческого института, даже профессора, как Ю. Ю. Жебенко, остались в Горках и преподавали в земледельческом училище.

В срок обучения в земледельческом училище составлял шесть лет. В учебных планах училища среди преподаваемых предметов значились: лесоводство, геодезия, лесная таксация.

В пятом классе преподавался курс лесоводства по учебнику всемирно известного ученого-лесоведа, который посвятил свою жизнь служению лесу, лесной науке и образованию, создателю теории лесного опытного дела в области лесоразведения, лесоводства, лесной таксации и лесоустройства, ведения лесного хозяйства на принципах непрерывности и неистощительности, сохранения природоохранных функций лесов – М. Турского «Лесоводство». Пособиями также служили «Беседы о русском лесе» специалиста в области лесной технологии, лесоведа, педагога и популяризатора естествознания, почетного профессора Санкт-Петербургского лесного института Д. Кайгородова, и «Курс лесоводства» учёного-лесоведа, основателя русской школы лесоустройства, профессора Санкт-Петербургского лесного и межевого института, директора Петровской земледельческой и лесной академии Ф. Арнольда.

В шестом классе по учебнику М. Турского изучалась лесная таксация, причем теоретические знания подтверждались практикой в казенном лесу.

В землемерно-таксаторских классах по геодезии на втором курсе изучалась, в том числе лесная съемка и деление лесов на кварталы, по таксации – северные лесные почвы: их образование и распространение, образование перегноя в лесных почвах, оподзоливание почвы, структурные лесные почвы: их строение и свойства, бесструктурные лесные почвы, оршштейн. По дисциплине лесная таксация изучалась лесная дача и ее части, а также состав, полнота и сомкнутость насаждений, их рост, возраст, спелость, единицы для измерения длины и толщины деревьев, определение объема срубленного и стоящего дерева, деление дачи на кварталы и лесорубочные звенья, оценка лесных угодий и т. д.

В ремесленном училище в третьем классе изучался предмет технология дерева, по учебнику В. И. Победимова «Краткий курс технологии дерева». Учащиеся не только изучали назначение дерева как поделочного материала, но и его строение, болезни, пороки, торговые сорта.

Таким образом, лесохозяйственное образование в Горках не прекращалось с 1840 года вплоть до 1919 года – времени открытия Горыгорецкого сельскохозяйственного института с лесным факультетом в его составе.

Деятельность лесного факультета активизировалась в 1921/22 учебном году, когда в Горки приехали профессора-лесоводы Л. И. Яшнов и Д. И. Морохин. Леонид Иванович Яшнов был приглашен профессором на кафедру общего лесоводства. Заведующим кафедрой таксации и лесоустройства становится профессор Дмитрий Иванович Морохин. Профессор Красиков преподавал химическую лесную технологию. Турицын Ф. М. – частное лесоводство и механическая обработка дерева. В 1921 году на лесном факультете было 33 студента, в 1923 – 104 [3, с. 58, 73]. При факультете работал лесной кабинет, дендрологический сад, был заложен древесный питомник для занятий по частному лесоводству, был организован лесной кружок, который занимался изучением лесов Западной области. В типографии института в 1922 году издается «Курс общего лесоводства» Л. И. Яшнова.

В 1922 году из бывшего казенного Горецкого лесничества было образовано и передано лесному факультету учебно-опытное лесничество, при котором функционировали: отдел общего лесоводства, отдел частного лесоводства, отдел таксации, отдел лесной технологии.

3 июля 1922 года Советом народным комиссаров было утверждено новое Положение о высших учебных заведениях и вместо четырех факультетов: сельскохозяйственного, лесного, инженерно-мелиоративного и машиноведного было образовано два факультета: 1) сельскохозяйственный с двумя отделениями: а) растениеводства и промышленных культур, б) лесного хозяйства. 2) инженерно-агрономический с двумя отделениями: а) сельскохозяйственной мелиорации, б) сельскохозяйственного машиноведения.

Согласно этому же Положению, в 1922 году было организовано 9 предметных комиссий, среди которых была и лесоводственная комиссия, которая объединяла специальные лесные дисциплины.

В марте 1923 года отделению лесному хозяйству было передано еще и Дрибинское лесничество. Благодаря энергии и настойчивости преподавателей и студентов были заложены два питомника для проведения опытов, а с осени 1923 года начала действовать станция по испытанию лесных семян.

В 1922/23 учебном году при отделении лесного хозяйства создается Горецкая лесная опытная станция, при которой весной 1923 года закладывается питомник древесных пород. В 1924/25 учебном году лесная опытная станция выделяется в отдельное учреждение.

Среди специальных дисциплин преподавались: общее лесоводство и дендрология, энциклопедия лесоводства, лесопотребление и лесохранение, лесная таксация и лесоустройство, частное лесоводство, химическая обработка дерева, механическая обработка дерева.

На 1 января 1924 года на лесном отделении обучалось 215 студентов: на первом курсе – 142, втором – 58, третьем – 15. За время учебы, которая составляла 3 года, на лесном отделении изучалось 38 предметов, в том числе: геология, минералогия и кристаллография, ботаника, зоология, геодезия, топографическое черчение, метеорология, физиология растений, энтомология, почвоведение, фитопатология, общее лесоводство, частное лесоводство, лесоустройство, лесопотребление, лесоправление, механическая обработка дерева, мелиорация, основы земельного и лесного права, садоводство, лесохранение, лесная статистика, история лесоводства, химическая обработка дерева, укрепление песков и оврагов. За время деятельности Горецкого сельскохозяйственного института с 1919 по 1925 год было выпущено 299 студентов, из них лесоводов – 64.

21 августа 1925 года Народным комиссариатом земледелия, Центральным исполнительным комитетом и Советом народных комиссаров было принято совместное постановление «Об объединении Белорусского имени Октябрьской революции Института сельского и лесного хозяйства и Горецкого сельскохозяйственного института и образовании Белорусской государственной академии сельского хозяйства имени Октябрьской революции». В новом объединенном учреждении было образовано четыре факультета: агрономический, лесной, землеустроительный и мелиоративный.

Лесной факультет делился на секции: лесоводческую и лесотехническую. На 1 сентября 1925 года на лесном факультете действовали кафедры: частное лесоводство (возглавлял профессор С. П. Мельник, читались дисциплины: укрепление песков и оврагов, лесохранение, история лесоводства), лесная таксация (заведующий профессор Д. И. Морохин, читалась дисциплина лесоустройство), государственные мероприятия (возглавлял профессор И. И. Пересвет-Солтан,

дисциплина – энциклопедия сельского хозяйства), общее лесоводство (руководил профессор Л. И. Яшнов, преподавались энциклопедия лесоводства, лесопотребление, лесная статистика). Работали кабинеты: общего лесоводства и дендрологии, специального лесоводства и мелиорации, экономики и организации лесного хозяйства, лесной химической технологии, лесной таксации, лесопользования. Также действовали учебно-опытное лесничество, дендрологический питомник, питомник специального лесоводства. Интерес представляла также библиотека известного немецкого профессора Динкельмана, который 35 лет возглавлял Эберсвальдскую лесную академию. В 1925/ 26 учебном году на четырех курсах лесного факультета обучалось 589 человек.

Окончившие лесной факультет получали специальность инженера-лесоведа. Среди выпускников 1929 года значится фамилия Колесникова Семена Ивановича – первого Министра лесного хозяйства БССР (1947–1949 гг.).

В 1930 году в стране началась реорганизация высших учебных заведений. Постановлением Совета Народных Комиссаров БССР № 97 от 2 февраля 1930 года «В целях большей увязки высшего сельскохозяйственного образования с производством и приспособления сельскохозяйственной академии к нуждам крупного социалистического сельского хозяйства...» была проведена реорганизация вуза. Академия перешла в ведение Народного Комиссариата Земледелия. Постановлением также утверждалась и структура академии. Она включала: шесть факультетов, в том числе и лесной факультет с тремя отделениями а) лесозаготовительным; б) лесокультурным; в) лесозащитным. Срок обучения должен был составлять три года.

Постановлением Совета Народных Комиссаров БССР от 21 июня 1930 года Лесной факультет Белорусской сельскохозяйственной академии был реорганизован в Лесной институт и переведен в Гомель, торжественное открытие которого состоялось 1 октября.

Подготовка инженерных кадров для лесного хозяйства и деревообрабатывающей промышленности в Горках была остановлена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пономарев, Н. В. Исторический обзор правительственных мероприятий к развитию сельского хозяйства в России от начала государства до настоящего времени. / Н. В. Пономарев. – С. Петербург, 1888. – 408с.

2. О положении и штатах Горыгорецкой земледельческой школы / Сборник сведений по сельскохозяйственному образованию. – СПб., 1900 – Вып. 3: Постановления по сельскохозяйственным учебным заведениям за время 1836–1899 гг. – 529 с.

3. Записки Горыгорецкого Сельско-Хозяйственного Института. Т. 1 – Горки, 1924.– 372 с.

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

К ЮБИЛЕЮ ПЕДАГОГА, УЧЕНОГО, ПИСАТЕЛЯ

В. Н. БЛОХИН

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: blakhin@baa.by*

(Поступила в редакцию 03.03.2021)



24 апреля отметила юбилей Светлана Иосифовна Бакчеева. Многие сотрудники БГСХА помнят Светлану Иосифовну как очень интересную и творческую личность. О С. И. Бакчеевой написано немало статей, однако рассказать есть что.

Идею о написании очередной статьи Светлана Иосифовна, по правде сказать, восприняла без особого энтузиазма, видимо, по причине скромности. Она всегда рада встречам и дружеским беседам, но выступать в роли героини статьи желанием не горит. При условии, что встреча будет в формате непринужденной беседы, Светлана Иосифовна согласилась рассказать о том, чем занимается сейчас, чем увлечена.

Встреча со Светланой Иосифовной прошла у нее дома, как и договаривались в неформальной обстановке. Характер беседы получился глубоко философским. А как же иначе! Ведь С. И. Бакчеева кандидат философских наук.

Первоначальный план по проведению встречи в формате интервью не удался, т.к. Светлана Иосифовна сама задала тон и тему беседы. Юбиляр сама ставила вопросы, на которые часто было сложно найти ответы.

Наш разговор начался с того, что Светлана Иосифовна напомнила тему своей кандидатской диссертации. Ее научное исследование было посвящено генезису и условиям формирования нравственных потребностей личности. Как отметила собеседник, представления о морали и нравственности возникли еще в первобытности. С течением времени эти представления менялись, однако они существуют и сегодня. Духовные ценности выделяют человека из животного мира. «Мы учимся всю жизнь – это особенность человека».

Светлана Иосифовна наблюдает за своими домашними животными (кошки, собака) и делает вывод, что наши братья меньшие тоже учатся, приобретают отличия в поведении от своих диких или бродячих собратьев. Однако целью обучения человека Светлана Иосифовна считает стремление «выдавить из себя биологическое». Воспитанный тот, кто укротил в себе биологическое – говорит собеседник.

Главной целью человека должно быть стремление к развитию (самоактуализация). На протяжении жизни мы постоянно меняемся (как внешне, так и внутренне – в плане жизненных взглядов, ценностей, приоритетов). Эти изменения нужно фиксировать и изучать.

Многие люди мечтают быть счастливыми, желают друзьям, родным, близким счастья. «А что такое счастье?» – ставит вопрос Светлана Иосифовна. «Как долго люди испытывают состояние счастья?». Многие сталкиваются с разочарованием – покупают какие-то вещи, материальные ценности, а потом впадают в депрессию, теряют цель в жизни, не понимают чего хотят и что делать дальше.

Светлана Иосифовна считает, что одной из важнейших целей человеческой жизни должно быть саморазвитие и созидательная деятельность. «Счастлив только тот, кто участвует в созидании».

Подлинно счастливый человек уверен в себе, ему не за что волноваться, он не боится выражать свои взгляды, мысли, чувства. Счастливый человек психологически устойчив, такая личность участвует в созидании, а не в разрушении окружающего мира. Созидателей людей искренне ценят и уважают. Человек, который счастлив, уверен в том, что он живет и действует правильно. Те люди, которые живут по принципу «говорю одно, а делаю другое», никогда не будут счастливы, даже, если такое поведение приносит им материальное благополучие.

– Светлана Иосифовна, какие, по вашему мнению, важнейшие качества личности?

– Важнейшие качества – сострадание и благодарность. Обладая этими качествами человек, будет всегда проявлять ответственное поведение по отношению к любому делу. В то время как отсутствие таких качеств ведет к безответственному поведению, которое порождает трагедии различного масштаба.

После такого погружения в философское осмысление счастья, закономерно возник вопрос о причинах интереса Светланы Иосифовны к философии.

– Светлана Иосифовна, когда и почему Вы решили стать философом?

– Философом я решила стать еще в детстве!

Ответ собеседника был неожиданным. Решить стать философом в детстве! Поистине редкий случай! Неужели в сознании ребенка могли возникать философские вопросы и понимание возможности стать мыслителем...

Детство у Светланы Иосифовны было тяжелым. Она родилась перед самым началом Великой Отечественной войны. Светлана Иосифовна не понаслышке знает, что такое голод. «Когда я слышу, что люди говорят о том, что очень голодны, я смеюсь» – говорит собеседник.

Страдания в военный и послевоенный период сформировали у Светланы Иосифовны глубокое чувство сострадания ко всем нуждающимся людям и животным. Скольким бездомным животным она спасла жизнь! Скольким, попавшим в трудную жизненную ситуацию людям, она оказала моральную и материальную поддержку!

На выбор жизненного пути Светланы Иосифовны повлияли родители. Особую роль сыграл отец, происходивший из обедневших дворян. Будучи высокообразованным человеком, он научил дочь читать к пяти годам. В семье было достаточно книг, и девочка Света сначала читала сказки, а потом перешла к изучению классической русской литературы. Так случилось, что Светлана Иосифовна была единственным ребенком в семье и много времени посвящала саморазвитию, братьев и сестер заменила литература.

Еще в школе сверстники и учителя называли Светлану Иосифовну философом, отмечали ее склонности к рассуждениям. Однако в юности пришлось поработать на производстве – строителем и даже сварщиком. Только в 31 год Светлана Иосифовна окончила философский факультет Ростовского государственного университета.

В 1975 г. Светлана Иосифовна вместе с семьей переехала в Беларусь. Профессиональную деятельность начала в качестве ассистента на кафедре философии, затем перешла на созданную кафедру этики, эстетики и научного атеизма, где работала до 1989 г.

Светлана Иосифовна посвятила работе в БГСХА 42 года. Как педагог с многолетним стажем, главной задачей гуманитарных дисциплин она считает воспитание духовности. Если человек без духовного потенциала вооружается современной техникой, он может стать разрушителем. Главной целью такого человека является выполнение доведенного плана, не важно какой ценой. Такое невежество заводит человека и всю цивилизацию в тупик.

«Истинные ценности, которые нельзя купить, – уважение, время, здоровье, дружба, духовность, любовь».

Главная задача педагога – развивать человеческое в человеке (в семье, в друзьях, в специалисте). Светлана Иосифовна процитировала классиков педагогической мысли: «Начинать надо с себя» (Я. А. Коменский), «Воспитатель должен быть воспитан» (К. Д. Ушинский).

В настоящее время Светлана Иосифовна работает над новой книгой под названием «Жизнь и смерть человека разумного». Это биографические очерки о людях, с которыми автор книги была знакома, наблюдала за их жизнью, работой, творчеством. «Под каждой могильной плитой лежит ненаписанная книга» – так говорит Светлана Иосифовна о людях, которые покинули этот мир.

Светлана Иосифовна не любит, когда ее называют пенсионером. Это слово у нее ассоциируется с пассивным, излишне размеренным образом жизни. Жизненные принципы юбиляра утверждают в качестве приоритета постоянный труд. Труд – это единственный источник благ. Это золотое правило нужно воспитывать у молодого поколения. «Жизнь без труда – воровство, а без искусства – варварство». По утверждению Светланы Иосифовны, без искусства, без чувства прекрасного у человека возникает т. н. сенсорный голод, а это предвестник депрессии.

В завершении беседы Светлана Иосифовна сказала: «Как интересно жить!».

Кроме написания новой книги, у Светланы Иосифовны масштабные планы по улучшению дизайна своего дома, обустройству садового участка. Кроме этого, Светлана Иосифовна стала блогером! Она освоила и очень увлеклась модной нынче деятельностью. Не так давно на сервисе you tube у Светланы Иосифовны появился свой канал под названием «Истоки Житейской Мудрости», где автор делится своими взглядами на мир, размышлениями над различными аспектами жизни личности и общества. Поэтому каждый желающий более подробно познакомиться с творчеством Светланы Иосифовны может присоединиться к ее you tube-каналу.

Вот таким получился разговор с педагогом, философом, писателем, а теперь и блогером, С. И. Бакчеевой. От лица коллектива кафедры социально-гуманитарных дисциплин, поздравляем Светлану Иосифовну с юбилеем! Желаем здоровья и продолжения разносторонней творческой деятельности!

ЦЕЛЬ ЖИЗНИ – СЛУЖЕНИЕ НАУКЕ
(К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
БЕЛАРУСИ ВИТАЛИЯ ВИТАЛЬЕВИЧА ЛАПА)

А. Р. ЦЫГАНОВ, И. Р. ВИЛЬДФЛУШ, В. Б. ВОРОБЬЕВ

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 12.04.2021)

Виталий Витальевич Лапа родился в 1951 году в деревне Сугаки Волковыского района. После окончания средней школы поступил на агрономический факультет Гродненского сельскохозяйственного института, который с отличием окончил в 1972 году. После окончания института работал агрономом совхоза в Витебской области, служил в Советской армии. В 1974–1976 гг. обучался в аспирантуре Белорусского НИИ почвоведения и агрохимии. В 1977 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук.

С 1977 года работал младшим научным, затем старшим научным сотрудником, с 1986 г. заведующим лабораторией, а с 1989 по 2005 г. заместителем директора по научной работе Института почвоведения и агрохимии. В 2006 году назначен директором Института почвоведения и агрохимии.

В 1995 году В. В. Лапа защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук, а в 1997 году ему было присвоено ученое звание профессора по специальности «агрономия».

В. В. Лапа является ведущим ученым в области агрохимии в Республике Беларусь. Он внес большой вклад в развитие вопросов сохранения и повышения плодородия почв, минерального питания растений, комплексного применения макро- и микроудобрений, регуляторов роста и средств химической защиты растений, разработки ресурсосберегающей системы удобрения сельскохозяйственных культур. В течение многих лет был руководителем агрохимического направления республиканской научно-технической программы «Земледелие и растениеводство», руководителем комплексных почвенно-агрохимических заданий «Агропромкомплекс – возрождение и развитие села», ГППИ «Земледелие и механизация» и других научных программ. По этим направлениям В. В. Лапа координировал работу 18 научных учреждений и Государственной агрохимической службы.

Провел исследования по определению емкости поглощения фосфат-ионов и калия в основных почвенных разновидностях республики, оценке эффективности различных форм фосфорных удобрений на дерново-подзолистых супесчаных и песчаных почвах.

Под руководством В. В. Лапа была разработана и внедрена в хозяйствах республики компьютерная система по расчету планов применения удобрений под сельскохозяйственные культуры, определена перспективная потребность в ассортименте минеральных удобрений для сельскохозяйственного производства, выполнен большой цикл работ по зональным системам применения удобрений с учетом почвенных и агрохимических факторов. Впервые в республике совместно с учеными медицинского профиля провел оценку качества зерна озимых и яровых зерновых культур с использованием биологических тест-объектов и предложил экологические регламенты на применение азотных удобрений в технологиях их применения.

На основе проведенных экспериментальных и теоретических научных исследований им разработана ресурсосберегающая система применения удобрений, основанная на принципах получения их максимальной окупаемости при условии сохранения или повышения достигнутого уровня плодородия почв. В настоящее время она широко используется для расчета потребности в минеральных удобрениях, а также реализована в планах применения удобрений по полям севооборотов, разрабатываемым для хозяйств республики.

В. В. Лапа разработал методические основы формирования банка данных агрохимических свойств почв Беларуси, в котором с 1980 года накапливается и обобщается агрохимическая информация по всем почвам Беларуси.

Им разработан ряд новых форм комплексных удобрений со сбалансированным содержанием элементов питания для льна и сахарной свеклы, а также ряда жидких комплексных удобрений в хелат-

ной форме для некорневых подкормок сельскохозяйственных культур. Новизна этих удобрений защищена патентами, а на химических заводах республики освоено их производство.

Внес большой вклад в совершенствование Агрохимической службы республики. За период научной деятельности в системе Агрохимической службы разработал и внедрил более 120 рекомендаций, методик и инструкций по вопросам сохранения и повышения плодородия почв, эффективному использованию удобрений.

Автор более 780 научных работ, в том числе 8 монографий, 14 учебников и учебных пособий, 44 патентов и авторских свидетельств на изобретения. В соавторстве удостоен Государственной премии Республики Беларусь, двух премий Национальной академии наук Беларуси. В 2009 г. был избран членом-корреспондентом, а в 2014 г. академиком НАН Беларуси. В 2011 году ему присвоено звание «Заслуженный деятель науки». Награжден Почетной грамотой Национального Собрания Республики Беларусь и Орденом Франциска Скорины.

В. В. Лапа ведет активную научно-организаторскую и общественную работу. С 2004 по 2006 гг. возглавлял Экспертный совет ВАК Республики Беларусь по аграрным наукам, с 2006 г. является председателем совета по защите докторских и кандидатских диссертаций по специальностям «агрохимия», «агропочвоведение и агрофизика». Является главным редактором журнала «Почвоведение и агрохимия», членом редколлегии журналов «Вести НАН Беларуси (серия аграрных наук)», «Земледелие и растениеводство», «Природные ресурсы», «Проблемы агрохимии и экологии» (Москва).

В. В. Лапа внес большой вклад в развитие сотрудничества между УО БГСХА и РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. Кафедра агрохимии совместно с Институтом почвоведения и агрохимии участвовала в проведении научных исследований по научно-техническим программам, в написании научных статей, рекомендаций производству, монографий, учебников, учебных пособий.

В Институте почвоведения открыты филиалы кафедр агрохимии и почвоведения УО БГСХА, где студенты проходят учебную и производственную практику, знакомятся с современными методами анализов, лизиметрами, приборами и оборудованием. Преподаватели УО БГСХА повышают свою квалификацию при прохождении стажировки в институте.

За большой вклад в развитие сотрудничества между УО БГСХА и РУП «Институт почвоведения и агрохимии» Виталий Витальевич Лапа удостоен звания «Почетный Доктор Белорусской государственной сельскохозяйственной академии».

В. В. Лапа всегда удается оставаться чутким, добрым, скромным и интеллигентным человеком, но вместе с тем принципиальным ученым. Хочется пожелать Виталию Витальевичу крепкого здоровья, еще более значимых научных результатов в развитии агрохимии, талантливых учеников и новых успехов!

Научно-методический журнал «Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии» публикует результаты научных исследований сотрудников УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», других научных учреждений и организаций в области аграрной экономики, земледелия, селекции, растениеводства, мелиорации и землеустройства, механизации и сельскохозяйственно-го машиностроения, инновационных образовательных технологий.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научная статья, написанная на белорусском, русском или английском языках, должна являться оригинальным произведением, неопубликованным ранее в других изданиях.

Статья присылается в редакцию в распечатанном виде в 2-х экземплярах на бумаге формата А4 и в электронном варианте отдельным файлом на флеш-карте, либо высылается на электронный адрес редакции: vestnik-bгаа@yandex.ru.

К статье должны быть приложены:

рецензия-рекомендация специалиста в соответствующей области, кандидата или доктора наук; **сопроводительное письмо** дирекции или ректората соответствующего учреждения (организации); **контактная информация:** фамилия, имя, отчество автора, занимаемая должность, ученая степень и звание, полное наименование учреждения (организации) с указанием города или страны, номер телефона и адреса (почтовый и электронный).

Если статья написана коллективом авторов, сведения должны подаваться по каждому из них отдельно.

Требования, предъявляемые к оформлению статей:

объем 14000–16000 печатных знаков (считая пробелы, знаки препинания, цифры и т.п. или 4–5 страниц воспроизведенного авторского иллюстрационного материала); набор в текстовом редакторе **Microsoft Word**, шрифт **Times New Roman**, размер шрифта 11, через 1 интервал, абзационный отступ – 0,5 см; список литературы, аннотация, таблицы, а также индексы в формулах набираются 9 шрифтом; поля: верхнее, левое и правое – 20 мм, нижнее – 25 мм, страницы не должны быть пронумерованы: номера страниц проставляются карандашом на оборотной стороне листа; ориентация страниц – только книжная использование автоматических концевых и обычных сносок в статье не допускается;

таблицы (не более трех) набираются непосредственно в программе Microsoft Word и нумеруются последовательно, ширина таблиц – 100 %;

формулы составляются в редакторе формул MathType (собственным редактором формул Microsoft Office 2007 и выше пользоваться нельзя, т. к. в редакционно-издательском процессе он не поддерживается); греческие буквы необходимо набирать прямо, латинские – курсивом;

рисунки (не более трех) вставляются в текст в формате JPEG или TIFF (разрешение 300–600 dpi, формат не более 100x150 мм);

список литературы должен быть оформлен в соответствии с действующими требованиями Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь; ссылки на цитируемую в статье литературу нумеруются в порядке цитирования, порядковые номера ссылок пишутся внутри квадратных скобок с указанием страницы (например, [1, с. 125], [2]). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Структура статьи:

индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК);

инициалы и фамилия автора (авторов); название должно отражать основную идею выполненных исследований, быть по возможности кратким;

аннотация (200–250 слов) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для опубликования в аннотациях к журналам отдельно от статьи;

ключевые слова (рекомендуемое количество – 5–7);

введение должно указывать на нерешенные части научной проблемы, которой посвящена статья, сформулировать ее цель (содержание введения должно быть понятным также и неспециалистам в исследуемой области); анализ источников, используемых при подготовке научной статьи, должен свидетельствовать о достаточно глубоком знании автором (авторами) научных достижений в избранной области, автору (авторам) необходимо выделить новизну и свой вклад в решение научной проблемы,

следует при этом ссылаться на оригинальные публикации последних лет, включая и зарубежные; здесь же указывается цель исследования;

основная часть статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами), полученные результаты должны быть проанализированы с точки зрения их достоверности и научной новизны и сопоставлены с соответствующими **известными** данными;

заключение должно в сжатом виде показать основные полученные результаты с указанием их научной новизны и ценности, а также возможного применения с указанием при необходимости границ этого применения.

В конце статьи автору (авторам) необходимо поставить дату и подпись.

Редколлегия оставляет за собой право отклонять статьи, не соответствующие профилю и требованиям журнала, содержащие устаревшие (5–7-летней давности) результаты исследований, однолетние данные и оформленные не по правилам.

Статьи аспирантов, докторантов и соискателей последнего года обучения публикуются вне очереди при условии их полного соответствия данным требованиям.

Единоличные статьи аспирантов, докторантов и соискателей предоставляются с подписью научного руководителя.

Редакционная коллегия журнала осуществляет дополнительное рецензирование поступающих рукописей статей (двойное слепое рецензирование: автор не знает рецензента, рецензент не знает автора).

Возвращение статьи автору на доработку не означает, что она принята к печати, переработанный вариант снова рассматривается редколлекцией.

Датой поступления считается день получения редакцией окончательного варианта статьи.

Редакция может принять решение о публикации статьи без рецензирования, если качество представленного исследования дает достаточно оснований для такой оценки.

Публикация статей в журнале бесплатная.

Ответственность за точность представленных материалов несут авторы и рецензенты, за направление в редакцию уже ранее опубликованных статей или статей, принятых к печати другими изданиями, – авторы.

Подавая статью в редакцию журнала, автор подтверждает, что редакции передается беспроцентное право на оформление, издание, передачу журнала с опубликованным материалом автора для целей реферирования статей из него в любых Базах данных, распространение журнала/авторских материалов в печатных и электронных изданиях, включая размещение на выбранных либо созданных редакцией сайтах в сети интернет, в целях доступа к публикации любого заинтересованного лица из любого места и в любое время, перевод статьи на любые языки, издание оригинала и переводов в любом виде и распространение по территории всего мира, в том числе по подписке.

Статьи, не отвечающие вышеперечисленным требованиям, редакцией не рассматриваются (без дополнительного информирования автора).

Редакция оставляет за собой право сокращать текст и вносить редакционную правку.

Редакционный совет

Великанов В. В., кандидат ветеринарных наук, доцент, ректор учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Есполов Т. И., доктор экономических наук, профессор, академик Казахской ААН, ректор НАО Национального Казахского аграрного университета.

Курдеко А. П., доктор ветеринарных наук, профессор, проректор по научной работе и международным связям, директор Агротехнологического хаба НАО «Казахский национальный аграрный университет».

Николаенко С. Н., доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник образования Украины, ректор Национального университета биоресурсов и природопользования Украины.

Мицкевич Б., доктор экономических наук, профессор, декан экономического факультета Западнопоморского технологического университета.

Шандор М., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой медицинских и ароматических растений Западнонгергерского университета.

Джафаров И. Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ректор Азербайджанского государственного аграрного университета, член-корреспондент НАН Азербайджана.

Редакционная коллегия

Главный редактор Великанов В. В., кандидат ветеринарных наук, доцент, ректор учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Зам. главного редактора Колмыков А. В., доктор экономических наук, доцент, первый проректор.

Члены редколлегии

Буць В. И., доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой математического моделирования экономических систем агропромышленного комплекса.

Вильдфлуш И. Р., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрохимии, лауреат Государственной премии Республики Беларусь.

Демичев Д. М., доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой теории и истории права учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет».

Дубежинский Е. В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий межвузовской научно-исследовательской лабораторией мониторинга и управления качеством высшего аграрного образования.

Желязко В. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой мелиорации и водного хозяйства.

Карташевич А. Н., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой тракторов, автомобилей и машин для природообустройства.

Ленькова Р. К., доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры математического моделирования экономических систем агропромышленного комплекса.

Лихацевич А. П., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, главный научный сотрудник РУНИП «Институт мелиорации НАН Беларуси».

Персикова Т. Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения.

Петровец В. Р., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механизации растениеводства и практического обучения.

Тибец Ю. Л., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, проректор по научной работе.

Цыганов А. Р., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, первый проректор учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», академик НАН Беларуси, академик РАСХН, лауреат Государственной премии Республики Беларусь и премии Национальной академии наук Беларуси.

Фрейдин М. З., кандидат экономических наук, профессор кафедры маркетинга, заслуженный экономист БССР.

Шаршунов В. А., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры механизации животноводства и электрификации сельскохозяйственного производства, член-корреспондент НАН Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь.

Шейко И. П., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик НАН Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, первый заместитель генерального директора РУП «НПЦ по животноводству НАН Республики Беларусь».

Шелюто Б. В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кормопроизводства и хранения продукции растениеводства.

Ведущий редактор Савчиц Е. П.

Редактор технической Серякова Т. В.

Английский перевод Щербов А. В.

Подписные индексы: 75037 – индивидуальный, 750372 – ведомственный.

Подписку можно оформить в любом отделении связи

Адрес редакции:

*213407, Республика Беларусь, Могилевская область, г. Горки,
ул. Мичурина, 5, корпус № 9, аудитория 528. Тел. (8-02233) 7-96-99
e-mail: vestnik-bгаа@yandex.ru*

© **Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2021**

Подписано в печать 09.06.2021 Формат 60/84^{1/8}

Усл. печ. л. 27,44 Уч.-изд. л. 22,57 Заказ Тираж 135 экз.

**Отпечатано с оригинал-макета в отделении ризографии и художественно-оформительских работ
центра научно-методического обеспечения учебного процесса УО БГСХА
213407, Могилевская область, г. Горки, ул. Мичурина, 5**