

# ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА И ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ

1. Тепловые свойства почвы.
2. Тепловой режим и пути его регулирования.

## 1. Тепловые свойства почвы

Тепловой режим почв – один из важных показателей, во многом определяющий направление и интенсивность почвообразовательных процессов. От его особенностей зависят длительность вегетационного периода растений, видовой состав и продуктивность растительного покрова, водный и воздушный, режимы почвы, численность обитающих в ней микроорганизмов, скорость разложения органических остатков и превращения гумусовых веществ, темпы выветривания горных пород, интенсивность химических реакций и т.д.

Источники тепла в почве – лучистая энергия солнца; радиация атмосферы; теплота, идущая изнутри земного шара; энергия, которая является при разложении растительных остатков; радиоактивный распад. Главным среди них является лучистая энергия солнца, т.е. энергия, которая возникает во время ядерных реакций при температуре около 10 млн. градусов. До 30% солнечной энергии рассеивается в атмосфере или отражается облаками и поверхностью земли, около 20% поглощается облаками в верхних слоях атмосферы и около 50% достигает суши или поверхности Мирового океана и поглощается ими. Лучистая энергия солнца, поглощенная почвой, превращается в тепловую энергию, которая или передается в нижние горизонты, или отдается в атмосферу. Почва отдает тепло в атмосферу лишь в том случае, если она имеет более высокую температуру, чем приземные слои воздуха. При этом почва охлаждается. Если почва поглощает больше лучистой энергии, чем отдает тепла в атмосферу, то происходит ее нагревание, и тепло начинает распространяться в нижележащие почвенные слои. Чем больше разность между температурой верхних и нижних слоев почвы, тем больше тепла уходит вниз. При охлаждении почвы часть тепла аккумуляированного в ее нижних слоях, передается вверх.

Количество энергии солнца, поступающей в почву, зависит от почвенно-климатической зоны, погодных условий, особенностей рельефа и экспозиции склонов, наличия растительного покрова, окраски почвы, ее физических и тепловых свойств.

К тепловым свойствам почвы относят ее теплопоглощительную способность, теплоемкость и теплопроводность.

**Теплопоглощительная способность.** Это способность почвы поглощать лучистую энергию солнца. Поглощается не вся солнечная энергия, а только ее часть; другая часть отражается почвой. Величина отраженной коротковолновой солнечной *радиации*, выраженная в процентах от ее общего количества, достигшего поверхности почвы, называется *альбедо*. Чем меньше аль-

бедо, тем меньше солнечной энергии отражает почва и тем сильнее она нагревается.

Значение альбедо зависит от цвета почвы, удельной поверхности, влажности и особенностей растительного покрова. Чем темнее почва, тем меньше ее альбедо. В связи с этим почвы, содержащие много гумуса и отличающиеся более темным цветом, всегда нагреваются сильнее, чем более светлые малогумусовые. Альбедо снижается также при увеличении влажности и удельной поверхности почвы.

**Теплоемкость.** Способность почвы поглощать тепло называется теплоемкостью. Она бывает удельная и объемная. *Удельная* теплоемкость характеризуется количеством тепла в джоулях (Дж), которое необходимо для того, чтобы нагреть 1 г абсолютно сухой почвы на 1°С, а *объемная* — соответственно 1 см<sup>3</sup> абсолютно сухой почвы.

Перерасчет удельной теплоемкости в объемную необходим при изучении особенностей перераспределения тепла в пределах почвенного профиля. Известно, например, что сложение разных генетических горизонтов различно. Одни из них имеют большую пористость, другие — меньшую, соответственно и соотношение удельной и объемной теплоемкостей будет различно. В целом их значения связаны между собой следующим уравнением:

$$T_v = T \cdot d_v$$

где  $T_v$  — объемная теплоемкость [Дж/(см<sup>3</sup> • град)];

$T$  — удельная теплоемкости [Дж/(г • град)];

$d_v$  — плотность сложения почвы, г/см<sup>3</sup>.

Теплоемкость почвы зависит от ее гранулометрического и минералогического состава, содержания в ней органического вещества, воды, воздуха. Теплоемкость влажной почвы всегда выше теплоемкости сухой почвы. Это объясняется тем, что для нагревания 1 г воды на 1°С требуется тепла гораздо больше, чем для нагревания такого же количества почвенных минералов. Именно поэтому влажные почвы медленнее нагреваются, чем сухие, и более медленно охлаждаются. Медленнее нагреваются и глинистые почвы. Они считаются холодными, в то время как песчаные почвы с их невысокой теплоемкостью получили название теплых. Вместе с тем тяжелые почвы осенью гораздо медленнее охлаждаются и в холодное время имеют более высокую температуру, чем легкие.

**Теплопроводность.** В связи с разностью температур теплота, которая поступает на поверхность почвы, перераспределяется между ее слоями. Этот процесс называется теплообменом, а свойство почвы проводить тепло — теплопроводностью.

Теплопроводность оценивается с помощью *коэффициента теплопроводности*.

Наименьшей теплопроводностью отличается почвенный воздух, наибольшей — твердая фаза почвы, особенно ее минеральная часть. В связи с этим бесструктурные и плотные почвы имеют более высокую теплопроводность, чем рыхлые, с большим количеством пор аэрации. Затрудняется передача тепла от одних слоев почвы к другим и с увеличением содержания в ней

органического вещества. Именно поэтому торфяно-болотные почвы отличаются значительно меньшей теплопроводностью, чем минеральные.

Теплопроводность почв увеличивается по мере их увлажнения. В этом случае из почв вытесняется газообразная фаза и поры заполняются водой, которая способна пропускать тепло почти в 30 раз быстрее, чем воздух.

## 2. Тепловой режим и пути его регулирования

**Тепловым режимом почвы** называется совокупность процессов поступления, переноса, аккумуляции и отдачи тепла. Количественно он выражается с помощью радиационного и теплового балансов.

*Радиационный баланс* – это соотношение между количеством солнечной радиации, поглощаемой и излучаемой почвой. Ее приходная часть представлена прямой и рассеянной солнечной коротковолновой радиацией, а также длинноволновым излучением атмосферы. В расходную часть входят отраженная поверхностью почвы коротковолновая радиация и длинноволновое температурное излучение почвы. Если приходная часть радиационного баланса больше расходной, почва нагревается. В этом случае баланс считается положительным. Для радиационного баланса характерна суточная и годовая периодичность.

*Тепловой баланс* складывается из показателя радиационного баланса ( $T_6$ ), расхода тепла на транспирацию и физическое испарение влаги на теплообмен между поверхностью почвы и ее более глубокими слоями ( $T_n$ ), на нагревание воздуха ( $T_k$ ) и имеет следующий вид:

$$T_6 = T_n + T_k$$

Тепловой баланс зависит от географического положения и особенностей рельефа, физических свойств почвы, наличия растительного покрова, сезона года, времени суток, погодных условий и многих других факторов.

Влияние рельефа проявляется в перераспределении солнечной радиации и влаги по поверхности почвы. Например, самыми теплыми считаются южные склоны, несколько более холодными – западные и восточные и самыми холодными – северные. При этом чем круче склоны, тем больше влияние их экспозиции на температуру почв. Перераспределяя тепло и осадки по поверхности суши, рельеф оказывает большое влияние на характер и продуктивность произрастающей растительности, которая в свою очередь уменьшает поток солнечной радиации к поверхности почвы, снижая тем самым ее температуру в период летней жары.

Большое влияние на температуру почвы оказывает ее окраска. Темные почвы (например, дерново-карбонатные) отличаются более низким значением альбедо и поэтому всегда сильнее нагреваются, чем светлые.

В течение суток наибольшие колебания температуры почвы наблюдаются на ее поверхности. Она достигает своего максимума в полдень и падает в ночные часы. В зависимости от свойств почвы на глубине от 35 см до 1 м суточные колебания затухают. Здесь температура почвы остается довольно постоянной и изменяется лишь по мере смены сезонов года.

В условиях Беларуси максимальное значение среднесуточной температуры верхнего слоя почвы наблюдается в июле. Тепловой режим почвы в этот период характеризуется потоком тепла от верхних горизонтов к нижним. Минимальное значение температуры приходится на январь – февраль. Это так называемый период охлаждения почвы, когда поток тепла идет от нижних горизонтов к верхним. При этом на глубине 20 см среднегодовая температура обычно несколько выше, чем среднегодовая температура приземных слоев атмосферы.

Как и в течение суток, наиболее резкие годовые колебания температуры почвы отмечаются в ее верхнем слое. Обычно почва начинает замерзать при температуре 0,1...1,5°C. Это объясняется тем, что почвенная влага представляет собой не дистиллированную воду, а раствор, в котором содержится какое-то количество самых разнообразных растворенных веществ, и чем больше их концентрация, тем при более низкой температуре она превращается в лед. Кроме того, связанная влага замерзает при температуре около -4°C, что также способствует снижению температуры замерзания почвы.

Глубина промерзания почвы, с одной стороны, зависит от силы мороза, теплоемкости и теплопроводности почвы, а с другой – от наличия на поверхности почвы снежного покрова, особенностей рельефа, на котором она образована, влажности почвы, ее защищенности растениями и послеуборочными растительными остатками.

Чем более мощный и рыхлый снежный покров, тем на меньшую глубину промерзает почва. Способствуют накоплению снега растения. Там, где осенью оставлена стерня зерновых культур, посеяны и хорошо раскустились озимые, многолетние травы, имеются посадки плодово-ягодных культур, в зимний период накапливается больше снега и соответственно почва меньше промерзает. Глубже всего промерзает почва на северных выпуклых элементах рельефа, с которых ветром сдувается снег. На более теплых южных склонах и в понижениях, где накапливается более мощный снежный покров, глубина промерзания почвы гораздо меньшая. При прочих равных условиях более влажные почвы промерзают на меньшую глубину, чем сухие.

При характеристике теплового режима почв особый интерес представляет сумма активных температур на глубине максимального распространения корней (20 см). *Активной* называют температуру почвы выше 10°C. Весной, при наступлении такой температуры, растения начинают интенсивно развиваться. Чем длиннее период с активной температурой, тем выше теплообеспеченность почв и лучше условия для развития растений. В условиях Беларуси теплообеспеченность почв считается, как правило, выше средней.

В сельскохозяйственном производстве приток солнечного тепла поверхности почвы регулируется с помощью ее мульчирования, затенения растительностью, специальных приемов обработки.

Мульчирование поверхности почвы получило распространение в овощеводстве. Оно осуществляется с помощью торфа, соломы, костры, опилок, бумаги и других материалов, как правило, органического происхождения. Мульча темного цвета на 10...15% снижает альбедо и тем самым увеличивает

приток солнечной радиации к поверхности почвы. Светлоокрашенные мульчирующие материалы, наоборот, способствуют меньшему нагреванию почвы. Мульчирование поверхности почвы не только регулирует тепловой режим почвы, но и значительно снижает испаряющую способность, обеспечивая тем самым сохранение почвенной влаги.

Существенно уменьшает приток солнечной энергии к поверхности почвы растительный покров. Многолетние травы, лесные насаждения, кулисные посевы изменяют микроклимат местности, замедляют интенсивность обмена почвенного воздуха с атмосферой, способствуют понижению температуры почвы днем и ее повышению ночью. На участках, занятых растительностью, в зимнее время накапливается больше снега, который предохраняет почву от глубокого промерзания.

Иногда в овощных хозяйствах Беларуси для более быстрого прогревания поверхности почвы применяют гребневые и грядковые посевы. С помощью гребней увеличивается общая поверхность почвы, в результате температура ее повышается на 3...5°C. Вместе с тем почвы с неровной, гребнистой поверхностью ночью быстрее отдают тепло и иногда в утренние часы могут оказаться более холодными.

Рыхление почвы уменьшает ее теплопроводность и лучеиспускательную способность. Такой прием способствует снижению температуры почвы в дневные часы и сохранению тепла ночью. Прикатывание почвы, наоборот, увеличивает теплопроводность верхнего слоя почвы и способствует повышению температуры неуплотненного нижележащего слоя.

Для улучшения теплового режима почв в овощеводческих хозяйствах широко применяют биотопливо, а также искусственный обогрев теплиц с помощью электричества, пара, горячей воды. В качестве биотоплива наибольшее распространение получил конский навоз, температура которого при интенсивном разложении может подняться до 70°C.

Довольно эффективный прием снижения температуры почвы – полив. Осушение же заболоченных почв, наоборот, приводит к повышению ее температуры в дневные часы и снижению в ночное время.