**Лекция 3. Температура почвы, воздуха и растения**

1. Понятие активной и эффективной температуры

2. Температурный режим почвы. Законы Фурье

3. Замерзание и оттаивание почвы

4. Тепловой режим атмосферы

5. Влияние температуры на растения

*1. Понятие активной и эффективной температуры*

Температура воздуха и почвы являются важнейшими факторами жизнедеятельности растений, которые могут развиваться только в определенном диапазоне температур. Каждое растение имеет свой температурный минимум, ниже которого оно перестает вегетировать, температурный оптимум, соответствующий максимальной продуктивности растений и температурный максимум, за пределами которого растение существовать не может.

Для большинства с/х культур биологическим нулем является +50, для более теплолюбивых культур (сорго, рис, фасоль, хлопчатник) +100. Температурный максимум для большинства культур составляет 30-350. Активной называют температуру выше биологического нуля.

Эффективной называют температуру за вычетом биологического нуля, т.е. t эф = t ср – t б.о.

Повышение температуры обусловливает ускорение роста и развития растений, однако это наблюдается до определенных пределов. Например, в умеренных широтах ускорение роста растений наблюдается только до температуры равной 20 град., затем темпы замедляются, причем, чем выше температура, тем быстрее замедляется скорость развития растений. Температура воздуха равная 30 град. угнетает растения, а порой способствует их гибели.

Жаркая сухая погода в период налива зерна вызывает так называемый запал и захват зерна, в результате чего зерно становится щуплым, что резко снижает урожай и качество семян. В период цветения высокая температура обусловливает стерильность пыльцы, что приводит к череззернице и резкому снижению урожая.

Температура почвы особенно сильно влияет на развитие растений в начальные этапы их жизни – в период формирования всходов, корневой системы и кущения растений. Чем выше температура (до определенных пределов) тем быстрее прорастают семена и формируются всходы (при достаточной влагообеспеченности). Температура почвы выше оптимума замедляет развитие семян, ухудшает условия укоренения и т.д.

Изучение воздействия температурного фактора на жизнедеятельность растений позволяет агрометеорологам своевременно рекомендовать те или иные приемы регулирования и оптимизации температурного режима в сельском хозяйстве с помощью соответствующих агротехнических приемов (мульчирование, рыхление, прикатывание и т.д.).

*2. Температурный режим почвы. Законы Фурье*

К числу основных факторов, влияющих на тепловой режим почвы, относятся объемная теплоемкость и теплопроводность почвы, цвет почвы, влажность, плотность, растительный и снежный покров, экспозиция склона.

Поскольку теплоемкость и теплопроводность воды во много раз выше, чем воздуха, то влажные почвы медленнее нагреваются и медленнее остывают по сравнению с сухими. Растительный покров уменьшает нагрев почвы днем и потерю тепла ночью. Снежный покров предохраняет почву от излишнего выхолаживания. Совместное влияние растительного покрова летом и снежного покрова зимой уменьшает годовую амплитуду температуры поверхности почвы на 100 по сравнению с оголенной почвой. Южные склоны прогреваются сильнее северных.

В суточном и годовом ходе температура поверхности почвы обычно имеет один минимум и один максимум. В суточном ходе максимум наблюдается в 13-14 ч., минимум – за час до восхода солнца. В годовом ходе в умеренных широтах максимум наблюдается в июне-июле, минимум в январе-феврале.

Вследствие теплопроводности почвы суточные и годовые колебания температуры поверхности передаются в более глубокие слои. Законы распространения тепла в глубь почвы носят название законов Фурье.

***Первый закон Фурье*** гласит о том, что независимо от типа почвы период колебаний температуры не изменяется с глубиной. При этом суточные колебания температуры прослеживаются до глубины 1м, а годовые – до глубины 15-20 м, ниже находится слой постоянной температуры.

***Второй закон Фурье*** гласит, что амплитуда колебаний температуры уменьшается с глубиной, причем увеличение глубины в арифметической прогрессии ведет к уменьшению амплитуды в геометрической прогрессии.

***Третий закон Фурье*** указывает, что время наступления минимальных и максимальных значений температуры запаздывает с глубиной: в суточном ходе – на 2,5-3,5 ч на каждые 10 см, в годовом ходе – на 20-30 суток – на каждый метр.

Температурный режим почвы удобно представлять с помощью графика термоизоплет, на котором по оси абсцисс откладывают время в сутках или месяцах, а по си ординат – глубину почвы. В поле графика наносят средние значения температуры в разные месяцы на разных глубинах, а затем проводят изолинии, соединяя точки с равными значениями температуры. В итоге на графике получается семейство термоизоплет, по которым можно для любого времени и любой глубины определить значение температуры.

Замерзание и оттаивание почвы. Замерзание почвы начинается при температуре -1 -1,50 сверху. Глубина промерзания будет зависеть от влажности почвы, высоты снежного покрова, наличия растительности и т.д. В Саратовской области максимальная глубина промерзания составляет 150-160 см. Оттаивание почвы начинается снизу за счет внутреннего тепла, а затем и сверху. Огромные площади (около 9 000 000 км2) в стране заняты вечной мерзлотой, мощность которой изменяется от нескольких метров до сотен метров. В северных районах летом почва оттаивает на несколько десятков см, а в южных районах – до нескольких метров.

*3. Тепловой режим атмосферы*

Тепловой режим атмосферы определяется, прежде всего, теплообменом между атмосферным воздухом и окружающей средой.

Теплообмен осуществляется следующими путями:

1. радиационным путем за счет поглощения солнечной радиации, излучения земной поверхности и других слоев атмосферы;
2. путем теплопроводности: молекулярной между воздухом и земной поверхностью и турбулентной внутри атмосферы;
3. в результате процессов конвекции и испарения;
4. в результате адвекции;
5. адиабатически – при изменении атмосферного давления.

В основном воздух нагревается от земной поверхности. Поэтому, чем дальше от источника тепла, тем воздух холоднее, т.е. с высотой температура воздуха уменьшается. Если вверх поднимается сухой воздух, то температура его уменьшается с сухо адиабатическим градиентом γ = 10/100м, если влажный, то с влажно адиабатическим γ = 0,70/100м.

Явление обратного хода температуры воздуха с высотой называется ***инверсией***. Инверсионные слои могут наблюдаться как у поверхности земли, так и быть приподнятыми. Они называются «запирающими слоями» и играют отрицательную роль в экологии крупных городов.

Суточный и годовой ход температуры воздуха в приземном слое обусловлен соответствующим ходом температуры деятельной поверхности. Особенности хода температуры воздуха определяются его экстремумами, т.е. наибольшими и наименьшими значениями температуры (максимум и минимум). Разность между этими значениями называют амплитудой хода температуры воздуха.

Поскольку воздух нагревается от деятельной поверхности, то наступление максимальных и минимальных значений температуры воздуха запаздывает по сравнению с температурой поверхности почвы. Так, максимальная температура воздуха наблюдается через 2-3 часа после полудня, а минимальная перед восходом солнца.

Большое влияние на амплитуду оказывает рельеф. В вогнутых формах рельефа экстремумы температуры выражены более резко по сравнению с равниной. Соответственно амплитуды суточного хода температуры в вогнутых формах рельефа больше, а над выпуклыми формами рельефа меньше, чем над равниной.

Особенности суточного хода температуры воздуха необходимо учитывать при размещении культурных растений, выбирая для наиболее теплолюбивых растений те формы рельефа, которые обусловливают меньшую амплитуду хода температуры воздуха и почвы и, следовательно, менее морозоопасны.

Годовой ход температуры воздуха, т.е. изменение температуры воздуха по месяцам чаще всего характеризуется значениями годовой амплитуды. *Годовой амплитудой температуры воздуха называют разность средних месячных температур самого теплого и самого холодного месяцев.* Годовая амплитуда температуры воздуха подчиняется закону географической зональности, т.е. растет с географической широтой. На экваторе приток солнечной радиации меняется в течение года очень мало, годовая амплитуда имеет небольшие значения. По направлению к полюсам различия в поступлении солнечной радиации между зимой и летом возрастают, а вместе с тем возрастает и годовая амплитуда температуры воздуха. Над океанами, вдали от берегов, это широтное изменение годовой амплитуды невелико и составляет приблизительно 3-5°. При больших влияниях соседних материков амплитуда годовых температур над океаном увеличивается; при частых вторжениях на сушу воздушных масс океана годовые амплитуды уменьшаются.

*Климат, характеризующийся малыми годовыми амплитудами температуры, называют морским, в отличие от континентального, с большими годовыми амплитудами температуры*. Морской климат может наблюдаться как над морем, так и над сушей, в тех областях, где велика повторяемость морских воздушных масс. Напротив, те области океанов, где преобладающий перенос воздушных масс происходит с близлежащего материка, будут обладать скорее континентальным, чем морским климатом. Следует отметить, что большая амплитуда в континентальном климате умеренных и высоких широт в сравнении с морским климатом создается понижением зимних температур, а в тропиках - повышением летних температур. Поэтому *континентальный климат в умеренных широтах в среднем холоднее морского, а в тропиках - жарче морского.*

В зависимости от широты и континентальности можно выделить следующие типы хода температуры

1*.Экваториальный тип.* Малая годовая амплитуда, так как различия в поступлении солнечной радиации в течение года невелики, а время наибольшего притока радиации на границу атмосферы совпадает с наибольшей облачностью и дождями. Внутри материков амплитуда порядка 5°, на побережьях менее 3°, над океанами - менее 1°. Обнаруживается, не всегда отчетливо, два максимума температуры после равноденствий и два более холодных сезона при наиболее низких положениях Солнца (солнцестояниях).

2*. Тропический тип*. Амплитуда больше, чем в экваториальном типе, и составляет на побережье 5°, внутри материков 10 -15°. Один максимум и один минимум в течение года, после наивысшего и наинизшего стояния Солнца. В муссонных областях максимум в этом типе наблюдается перед началом летнего муссона, который приносит некоторое снижение температуры.

3. *Тип умеренного пояса.* Годовые амплитуды в континентальном климате составляют 25-40°, а в Азии могут достигать 60°, в морском — 10-15°. Крайние значения наблюдаются после солнцестояний, причем в морском климате они запаздывают по сравнению с континентальным. Так, в северном полушарии минимум температур наблюдается в январе на суше и феврале на море, соответственно максимум — в июле и августе. Переходные сезоны принимают в умеренном типе самостоятельный характер, причем в типично морском климате весна холоднее осени, а в континентальном — теплее. В умеренном типе различают подтипы: субтропический, собственно умеренный и субполярный. Переходные сезоны хорошо выражены только в среднем подтипе, в нем же годовые амплитуды имеют наибольшие различия для континентального и морского климата.

4.*Полярный тип*. Минимум в годовом ходе перемещается на время появления солнца над горизонтом, после длительной полярной ночи. Максимальные температуры в северном полушарии наблюдаются в июле, в южном полушарии — в январе. Амплитуда на суше велика — порядка 30-40°, в морском климате она меньше, около 20°.

*4. Влияние температуры на растения*

Температура почвы является одним из важнейших факторов жизни растений и почвенных организмов. Прорастание семян растений начинается только при прогревании почвы до определенных пределов. С ростом температуры скорость прорастания семян увеличивается, сокращается продолжительность межфазных периодов. Пониженные температуры наоборот задерживают рост подземных органов.

Зимой понижение температуры почвы на глубине узла кущения озимых ниже критических значений (-16-180 для большинства сортов озимой пшеницы, -22-240 для ржи) вызывает их вымерзание.

Отрицательно действует на растения и высокая температура почвы. Например, у картофеля при высокой температуре почвы происходит вырождение , что приводит к получению недоброкачественных клубней.

С температурным режимом почвы тесно связано распространение и вредоносность болезней и вредителей с/х культур. Например, при невысокой температуре проволочники поднимаются в верхние слои почвы и повреждают семена, молодые побеги и корни кукурузы. При повышении температуры они уходят в более глубокие слои почвы.

Большое влияние температура почвы оказывает на процесс поглощения растениями элементов минерального питания, т.е. на эффективность удобрений. Так, поступление в растения азота и фосфора при температуре почвы 50 почти в 3 раза меньше, чем при температуре 200. С повышением температуры усиливается жизнедеятельность микроорганизмов, использование азота и фосфора.

Приведенные примеры указывают на необходимость учета информации о температуре почвы для правильной оценки условий, в которых произрастают с/х растения.

При оценке температурного режима территории важно знать теплообеспеченность территории, которая оценивается суммой среднесуточных температур воздуха выше 100. Они служат показателем обеспеченности теплом периода активной вегетации растений в умеренном поясе.

Для выражения потребности растений в тепле применяются суммы эффективных температур. Это суммы среднесуточных температур, отсчитанных от биологического минимума, при котором развиваются те или иные растения. Температуры, не ускоряющие развитие растений, были названы балластными. Так при температуре выше 300 скорость развития и прироста быстро замедляется, а затем наступает их угнетение и гибель. При жаркой сухой погоде в фазе налива происходят запал растений и захват зерна. Зерно получается щуплое, что резко снижает урожай и качество семян. Поэтому при подсчетах сумм эффективных температур необходимо вводить поправку на балластные температуры.

Температурные условия в значительной степени определяют состояние, поведение и продуктивность с/х животных.

Температурные пределы необходимо знать для размещения новых сортов и гибридов с/х культур.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется активной и эффективной температурой?

2. Какие факторы влияют на тепловой режим почвы?

3. Каковы закономерности распространения тепла в глубь почвы?

4. Каковы способы оптимизации температурного режима почвы?

5. Какие процессы влияют на изменение температуры воздуха?

6. Как изменяется температура воздуха с высотой? Что такое инверсия

температуры?

7. Что такое биологический минимум, максимум и оптимум растений?

8. Как влияет температура на рост, развитие и формирование продуктивности

растений?

Список литературы

1. Лосев, А.П. Агрометеорология [Текст]: Учебник для студ. вузов по агрон. спец. /А.П. Лосев, Л.Л. Журина.- М.: Колос, 2001.-302с.

2. Левицкая, Н. Г. Основы агрометеорологии. [Текст]: учеб. пособие. / Н. Г. Левицкая, Ю. В. Бондаренко. – Саратов.: Саратовский источник, 2012. – 150 с. - ISBN 978-5-91879-163-9.

3. Бондаренко, Ю. В. Гидрология, климатология и метеорология. [Текст]: учеб. пособие / Бондаренко Ю. В., Фисенко Б. В., Афонин В. В., Левицкая Н. Г. - ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ»; Саратов, 2016 – 292 с.

Дополнительная

1. Косарев, В.Н. Лесная метеорология с основами климатологии /Косарев В.П, Андрющенко Т.Т. – Лань, 2009.-288с.

2. Бондаренко, Ю. В. Методы полевых гидрологических и метеорологических исследований. [Текст]: учеб. пособие / Ю. В. Бондаренко. – 2-е изд. доп. и исп. – Саратов.: Издательский центр «Наука», 2011. – 202 с. - ISBN 978-5-9999-0885-8.