

Лекция 4.

Температурный режим почвы. Теплофизические характеристики почвы.

Цель лекции: Ознакомиться с тепловыми свойствами почвы.

Краткое содержание лекции: Солнечная радиация поглощается поверхностью Земли и преобразуется в тепло. Часть его расходуется на испарение воды и на нагревание приземного слоя воздуха при длинно-волновом излучении Земли, а остальное тепло переходит вглубь почв. Изменения температуры почв обусловлены неодинаковым количеством солнечной радиации, приходящей на поверхность в течение суток и года.

Температура почвы оказывает большое влияние на развитие корневой системы, жизнедеятельность бактерий и микроорганизмов в почвах, на процессы поглощения растениями питательных веществ. Например, ранние яровые прорастают при 3-5 градусах, рис - при 12-15^oC. Температура почвы влияет на развитие корней. Низкие температуры зимой на глубине узла кущения озимых могут вызвать их вымерзание. Для большинства сортов озимой пшеницы – это температура ниже –16^oC, для ржи – ниже –22^oC. Длительное нахождение озимых под снегом при температуре около 0^oC приводит к их выпреванию. При температуре около 10^oC у овса, картофеля, редиса и других культур идет прирост биомассы, а у более теплолюбивых культур при такой температуре интенсивность фотосинтеза низкая. Высокая температура почвы приводит к вырождению клубней картофеля, у яровой пшеницы в период формирования цветков в таких условиях, при недостатке влаги, снижается урожай на 30%.

Измерение температуры почвы проводят различными термометрами, конструкция которых зависит от цели наблюдений. Для измерения температуры поверхности почвы используют: 1) срочный напочвенный термометр (ртутный) для измерения в определенные сроки наблюдений. 2) максимальный, который показывает максимальную температуру почвы между наблюдениями (ртутный). 3) минимальный (спиртовой). Для измерения температуры пахотного слоя используется коленчатый термометр Савинова (ртутный). Измерение температуры на больших глубинах проводят почвенно-вытяжными термометрами (ртутные), а в последнее время - дистанционными электрическими.

Тепловые свойства почв

Температурный режим почвы в основном зависит прежде всего от ее теплоемкости и теплопроводности. Теплоемкость различают объемную и удельную (или весовую). Объемной теплоемкостью ($C_{об}$) называют количество тепла (в джоулях – Дж), необходимое для нагревания 1 м³ почвы на 1^oK (градусы Кельвина). У большинства почв $C_{об} = 2,05 - 2,51$ Дж/(м³ · оK). Удельной теплоемкостью ($C_{уд}$) называют количество тепла (Дж), которое требуется для нагревания 1 кг почвы на 1^oK. Между ними есть зависимость: $C_{об} = C_{уд} \cdot d$, где d - плотность почвы. Теплопроводность почвы - это способность почвы передавать тепло от слоя к слою. Мерой теплопроводности служит коэффициент теплопроводности, численно равный количеству тепла (Дж), проходящему за 1 сек через сечение в 1 м² слоя толщиной 1 м при разности температур на границах слоя 1^oC.

Теплопроводность зависит от минералогического состава почвы, влажности, содержания воздуха в порах и органического вещества в почвах. Влажные почвы более теплопроводны, чем сухие. Светлые почвы меньше нагреваются, чем темные, так как больше отражают солнечной радиации.

Средняя температура пахотного горизонта почв на глубине 0-5 см летом в дневные часы выше, чем температура воздуха на высоте 2 м. На глубине 20 см легкие почвы теплее воздуха, а тяжелые - холоднее на 1-2^oC в течение всего лета. Осадки и полив увеличивают теплоемкость почв, ослабляют их нагревание и охлаждение.

Суточный и годовой ход температуры почвы

Суточным ходом называют изменения температуры в течение суток. Он обычно имеет один минимум и один максимум. В ясные дни на поверхности почвы минимальная температура наблюдается перед восходом солнца, максимальная - после 13 часов. Разность между ними называют амплитудой суточного хода. Летом она наибольшая, зимой – наименьшая. На амплитуду влияют: широта местности (чем меньше широта, тем больше амплитуда), экспозиция склона (на склонах, обращенных к югу и западу, амплитуда больше чем на склонах северной и восточной экспозиции), растительность, цвет почвы (у темных почв амплитуда больше, чем у светлых). Облачность существенно снижает амплитуду. Растительный покров уменьшает охлаждение почв ночью и препятствует нагреванию днем, поэтому суточная амплитуда под растительностью снижена и почва в общем холоднее, чем без растительности. Снежный покров защищает почву от охлаждения, так как излучение идет с поверхности снега и амплитуда температуры почвы под снегом незначительна. Под слоем снега в 50 см почва теплее обнаженной на 6-7^оС и на 10^о теплее, чем снег на верхней границе. Годовой ход температуры почвы определяется по средним месячным температурам поверхности или слоя почвы, характеризует изменения температуры в течение года, определяется по средним месячным значениям и зависит прежде всего от прихода солнечной радиации. На амплитуду в годовом ходе влияют те же факторы, что и в суточном.

Распределение колебаний температуры вглубь почвы происходит в определенных закономерностях, которые выражаются законами Фурье.

1. Чем больше плотность и влажность почвы, тем лучше она проводит тепло, тем быстрее распространяются в глубину и тем глубже проникают изменения температуры. Но, независимо от типа почв, период колебаний температуры с глубиной не изменяется. Это значит, что и на поверхности, и на глубинах суточный ход имеет интервал между двумя последовательными максимумами и минимумами 24 часа и годовой ход - 12 месяцев.

2. Амплитуда с глубиной уменьшается в геометрической прогрессии при увеличении глубины в прогрессии арифметической. Например, если на поверхности амплитуда составляет 30^о, то на глубине 20 см – 5^о, а на 40 см - менее 1^оС. Слой постоянной суточной температуры в средних широтах расположен на глубине 70-100 см. В годовом ходе колебания температуры убывают до 0: в полярных широтах - на глубине около 30 м, в средних широтах - на 15 - 20 м, в тропиках - на глубине 10 м.

3. Время наступления максимальных и минимальных температур и в суточном, и в годовом ходе запаздывает пропорционально увеличению глубины. Суточные экстремумы температур запаздывают на каждые 10 см глубины - на 2,5-3,5 часа, годовые - на каждый метр глубины - на 20-30 суток. Температуру почвы можно регулировать для целей сельского хозяйства. Например, рыхление почв снижает их температуру, задержание снега, мульчирование, орошение, создание лесных полос - увеличивает, защищает от промерзания.

Рекомендуемая литература:

1. Агрометеорология: учебник / Л.Л. Журина. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2018. — 350 с.
2. И.Г. Грингоф, В.Н. Павлова. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том III. Часть 1. Основы агроклиматологии. Часть 2. Влияние изменений климата на экосистемы, агросферу и сельскохозяйственное производство. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2013. – 384 с
3. В.М. Лебедева, А.И. Страшная. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том II. Методы расчетов и прогнозов в агрометеорологии. Книга 2. Оперативное агрометеорологическое прогнозирование. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2012. – 216 с.
4. О.Д. Сиротенко. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том II. Методы

расчетов и прогнозов в агрометеорологии. Книга 1. Математические модели в агрометеорологии. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2012. – 136 с.

5. И.Г. Грингоф, А.Д. Клещенко. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том I. Потребность сельскохозяйственных культур в агрометеорологических условиях и опасные для сельскохозяйственного производства погодные условия. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011. – 808 с.