

# Лекция 8

## План

1. Тепловые свойства и тепловой режим почв
2. Биологический и питательный режим почв
3. Агрохимические свойства и питательный режим почв
4. Плодородие почв

15.11.2021г.

# Тепловые свойства почв

К тепловым свойствам относятся: теплопоглодительная (теплоотражательная) способность, теплоемкость и теплопроводность почв.

**Теплопоглодительная (отражательная) способность** почв - это способность почв поглощать (отражать) долю падающей на ее поверхность солнечной радиации. Характеризуется значением альбедо — долей коротковолновой солнечной радиации, отражаемой поверхностью почв, выраженной в % к общей солнечной радиации. Чем меньше альбедо, тем больше почва поглощает солнечной энергии. Альбедо зависит от цвета почвы, влажности, выравненности поверхности, характера растительного покрова. Чернозем сухой имеет показатель альбедо 14%, влажный - 8, песок белый сухой - 25-30, серый сухой - 15-18, влажный - 10-12%.

**Теплоемкость** - свойство почвы поглощать тепло. Характеризуется количеством тепла в Джоулях (калориях), необходимого для нагревания на  $1^{\circ}\text{C}$  единицы массы (удельная) или единицы объема (объемная). Теплоемкость зависит в основном от влажности, содержания органического вещества, пористости аэрации. Наиболее высокая теплоемкость у воды.

Для повышения температуры влажной почвы требуется больше тепла, чем для сухой. Влажные почвы медленнее нагреваются и медленнее охлаждаются. А поскольку глинистые, тяжелосуглинистые и торфяные почвы весной содержат много влаги и медленнее прогреваются по сравнению с более сухими песчаными и супесчаными, их называют **ХОЛОДНЫМИ**.

Осенью наблюдается обратная картина - легкие почвы быстрее охлаждаются, а тяжелые и торфяные - медленнее.

**Теплопроводность** - способность почвы проводить тепло. Она измеряется количеством тепла в Джоулях (калориях), которое проходит за 1 с через  $1 \text{ см}^2$  слоя почвы толщиной в 1 см. Минимальной теплопроводностью обладает воздух, более высокой - органическое вещество (гумус, торф), вода. Самая высокая теплопроводность у минеральной части почв. Она в 100 раз выше, чем у воздуха и примерно в 20 раз выше, чем у воды. Теплопроводность плотных и влажных почв выше, чем рыхлых, хорошо оструктуренных и сухих.

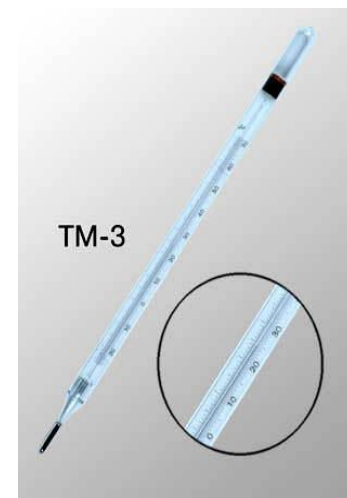
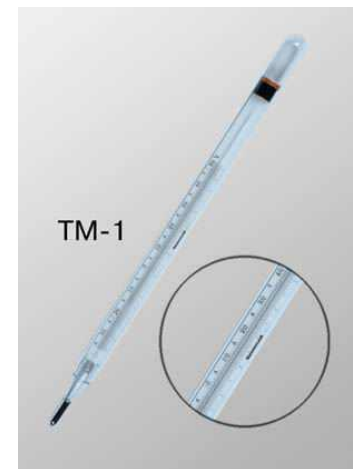
# Температура почвы

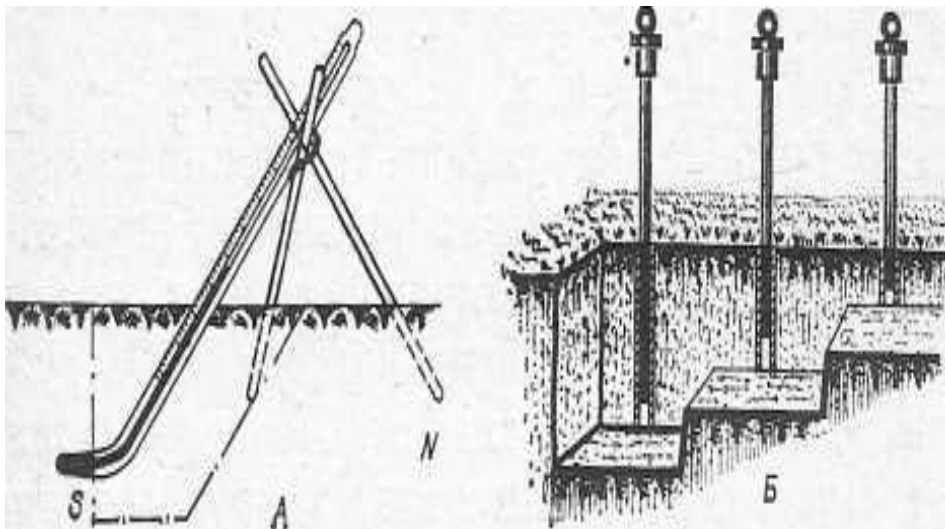
Традиционно измерение температуры почвы проводится с помощью коленчатого термометра Саввинова ТМ-5 (устанавливаются на глубине 5, 10, 15, 20 см), вытяжных ртутных термометров (устанавливаются на глубине 20, 40, 80, 120, 160, 240, 320 см)



Для измерения температуры почвы применяют ртутные, спиртовые, толуоловые, биметаллические, электрические и другие термометры в зависимости от цели наблюдений. На метеорологических станциях, постах и обсерваториях для измерения температуры поверхности почвы используют:

- срочный напочвенный термометр ТМ-3;
- максимальный термометр ТМ-1, показывающий наивысшую температуру между сроками наблюдений;
- минимальный термометр ТМ-2, спиртовой, измеряющий наинизшую температуру между сроками наблюдений. Эти термометры укладывают на специальной, хорошо разрыхленной, незатененной площадке резервуарами к востоку (термометры

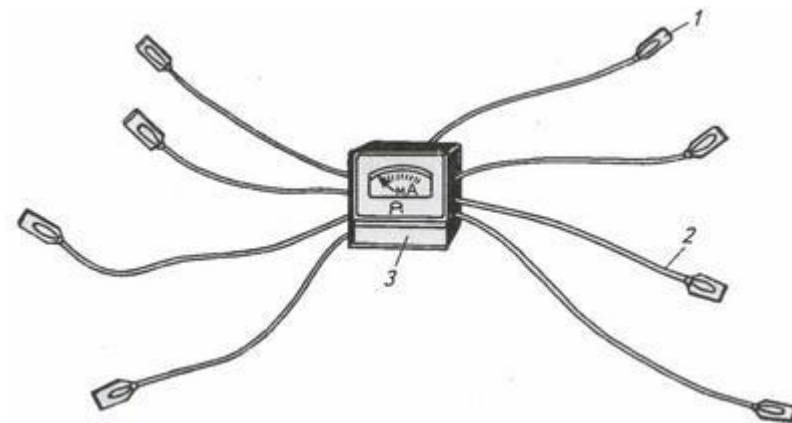




### Почвенные термометры:

А — коленчатый Саввинова;

Б — вытяжные ртутные.



### Термометр-паук:

1 — термистор;

2 — проводник;

3 — амперметр

Вытяжными почвенно-глубинными ртутными термометрами ТПВ-50 измеряют температуру грунта на глубинах 20 - 320 см. Для измерения температуры на разных глубинах используют дистанционные электрические термометры М-54-1М, М-54-2, а для измерения осредненной температуры поверхности почвы термометр-паук. Для больших территорий температуру почвы определяют бесконтактными методами со спутников, самолетов и космических станций.

**Термометр АМ-34**  
предназначен для  
полевых  
агрометеорологических  
наблюдений. Измеряет  
текущие и экстремальные  
величины температуры  
почвы на глубине узла  
кущения озимых культур





# Тепловой режим почвы

Это совокупность и последовательность явлений поступления, переноса, аккумуляции и отдачи тепла. Тепловой режим почвы – один из ведущих факторов жизни растений. Температура почвы в значительной степени зависит от лучистой энергии Солнца.

Тепловой режим почвы характеризуется температурой на разных глубинах почвенного профиля, которая имеет суточный и годовой ход.

**Суточный ход температуры** почвы определяется зональным положением почвы, климатическими и погодными условиями, сезонностью, особенностями рельефа и растительного покрова, составом и свойствами почв. Наиболее резко суточный ход выражен в пределах 50-см слоя. Максимальные температуры наблюдаются на поверхности днем, минимальные - ночью. С глубиной в профиле почв характерно запаздывание изменения

**Годовой ход температуры** определяется, в первую очередь, климатическими условиями, имеет большую амплитуду и выражен на большую глубину, чем суточный. Наиболее резко годовой ход температур проявляется в пределах 3-4-х метровой толщи почвы и почвообразующих пород. На глубине 6 м колебания температур не превышают 1°C. Максимальные температуры почв с глубиной отстают от максимальных температур воздуха. Различия во времени могут достигать 2-3 месяцев.

Годовые наблюдения за температурой почвы на различных глубинах выражаются в виде термоизоплет.

# Характеристика теплового режима почвы

Для оценки теплообеспеченности почв и характеристики теплового режима используются следующие показатели: **сумма активных температур** (более  $10^{\circ}\text{C}$ ) в почве на глубине 20 см; **сумма отрицательных температур** на глубине 20 см; **средний из абсолютных минимумов температур** на поверхности почвы; **глубина промерзания почвы**; **глубина проникновения температур** более  $10^{\circ}\text{C}$  (для лета) и др. показатели.

Сумма активных температур почвы (больше  $10^{\circ}\text{C}$ ) на глубине 20 см в **тундре** примерно на  $100^{\circ}\text{C}$  ниже или соответствует сумме активных температур воздуха; в **таежно-лесной** зоне активные температуры почвы превышают температуры воздуха на  $100\text{-}200^{\circ}\text{C}$ ; в **степной** зоне - на  $300\text{-}500^{\circ}\text{C}$  и в **субтропиках** – примерно на  $1000^{\circ}\text{C}$ .

Для характеристики **процессов трансформации солнечной энергии** рассчитываются радиационный, тепловой баланс почвы и энергетический баланс почвообразования, которые, соответственно, учитывают приход-расход солнечной радиации, тепла и количество энергии, расходуемой на работу почвообразовательного процесса.

# Типы теплового (температурного) режима почв

В зависимости от динамики температуры почвы, длительности и глубины промерзания В.Н. Димо (1968) выделила **4 типа** температурного режима почв.

**Мерзлотный** - характерен для территорий с многолетней мерзлотой. Среднегодовая температура почв отрицательная. Сезонное замерзание и оттаивание прослеживается до верхней границы многолетнемерзлого слоя.

**Длительно-сезоннопромерзающий** тип характерен для территорий с положительной среднегодовой температурой профиля почвы. Длительность промерзания - не менее 5 мес. Глубина промерзания - более 1 м. Сезонное промерзание не смыкается с многолетнемерзлыми породами, если они присутствуют.

**Сезоннопромерзающий** тип характерен для территорий с положительной среднегодовой температурой профиля почвы. Глубина промерзания не более 2 м, длительность - от нескольких дней до 5 мес.

**Непромерзающий** тип характерен для территорий, где температура на глубине 20 см в самом холодном месяце положительная. Промерзание почвы отсутствует, а отрицательные температуры почвы отсутствуют или держатся не более нескольких дней.

Длительно-сезоннопромерзающий и сезоннопромерзающий типы температурного режима характерны для преобладающей части территории России, непромерзающий занимает небольшую площадь на Северном Кавказе и Черноморском побережье Кавказа.

# Регулирование теплового режима

Тепловой режим почв в пределах одного типа существенно различается в зависимости от положения в рельефе, экспозиции склона, вида сельскохозяйственных угодий, наличия мелиоративных систем (орошения, осушения) и частоты и периодичности рыхления и др. В этой связи перспективно внедрение адаптивно-ландшафтных систем земледелия, в которых осуществляется подбор культур, наиболее приспособленных к условиям теплообеспеченности ландшафтов.

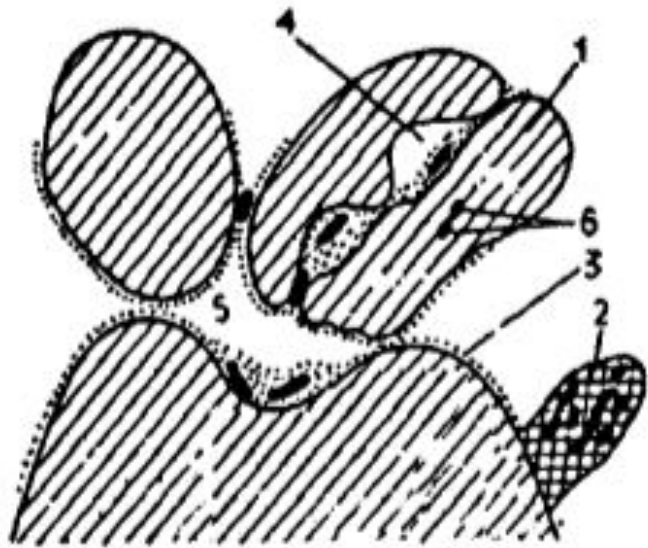
В **таежно-лесной** и **лесостепной** зонах мероприятия направлены на повышение теплообеспеченности сельскохозяйственных культур: снегозадержание, поливы теплой водой, мульчирование, дымовые завесы, гребневые и грядовые посевы, закрытый грунт (теплицы, парники).

В **южных районах** орошение, кулисные посевы, лесополосы, мульчирование светлыми материалами предохраняют почву от перегрева.

# Биологический режим почв

**Почвенная биота** является составной частью почв. С одной стороны, функционирование живых почвенных организмов в значительной степени зависит от свойств твердой, жидкой и газовой фазы почв, с другой, они сами формируют свойства этих фаз. Им принадлежит ведущая роль в формировании почвенного плодородия.

Местообитанием мезо- и микрофауны в основном является система пор, занятых водой и воздухом. Для микроорганизмов почва представляет сложную гетерогенную систему микросред с резко различающимися свойствами. От 80 до 90% бактериальных клеток в почве удерживается на поверхности или внутри почвенных агрегатов. Это явление получило такое же название, как в коллоидной химии - адсорбция, или адгезия (прилипание).



**Схема строения структурной почвы как среды обитания микроорганизмов (по Д.Г.Звягинцеву, 1987):**

- 1 — почвенный агрегат;
- 2 — органическое вещество;
- 3 — пленка воды;
- 4 — внутриагрегатная пора;
- 5 — межагрегатная пора;
- 6 — микроорганизмы.

**Грибные споры** большей частью обнаруживаются на поверхности крупных частиц, иногда внутри агрегатов, а **гифы** развиваются на органическом субстрате. Адгезия клеток на твердых поверхностях почвенных частиц предотвращает их вымывание и повышает устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов



# Условия активной жизнедеятельности микроорганизмов

**Наличие в почве влаги** - обязательное условие для активной жизнедеятельности микроорганизмов. При очень низкой влажности многие виды микроорганизмов могут поддерживать жизнедеятельность за счет свободной внутриклеточной воды и, так называемой, метаболической, образующейся при внутриклеточном распаде углеводов.

На жизнедеятельность микроорганизмов большое влияние оказывают **состав и концентрация почвенного раствора, осмотическое давление, реакция среды**. В кислых почвах увеличивается роль грибов, устойчивых к низким значениям pH, но тормозится развитие азотобактера, нитрификаторов. Оптимум pH для большинства бактерий и актиномицетов - 6-8, для грибов - 3-5.

**Почвенный воздух и его состав** оказывают сильное влияние на численность и состав микроорганизмов. В то же время микроорганизмы являются ведущим фактором изменения состава почвенного воздуха. Благодаря их деятельности почва поглощает кислород и выделяет углекислый газ. Многие микроорганизмы переносят повышенные концентрации углекислого газа (до 10-12%).

# Группы микроорганизмов

По **отношению к кислороду** микроорганизмы делятся на аэробы, облигатные и факультативные анаэробы и микроаэрофилы. Последняя группировка объединяет большинство почвенных микроорганизмов. Для них оптимальными являются условия с пониженным содержанием кислорода в среде.

Тепловой режим почвы является одним из главных факторов жизнедеятельности микроорганизмов. По **отношению к температуре** выделяют мезофильные, термофильные, психрофильные и термотолерантные группировки

Большинство почвенных микроорганизмов - **мезофилы** с оптимумом роста при 26-30°C. Среди актиномицетов и бактерий есть **термофилы**, минимальная температура роста которых выше 30°C, а оптимальная - 50-60°C. Выше 65°C способны существовать только бактерии, а при температуре выше 90° - архебактерии.

Наиболее **низкотемпературная** группа почвенных организмов - дрожжи. Оптимум для многих видов дрожжей- 12-15°, а выше 18-20° они прекращают рост. Есть данные о значительном участии дрожжей в разложении растительных остатков в холодное время года.

# Распределение микроорганизмов

## В почвенном профиле

Связано с содержанием органического вещества, температурой и влажностью. Наиболее высокая их численность наблюдается в органогенных горизонтах, особенно в прикорневой зоне - ризосфере. С составом и численностью микроорганизмов тесно связана ферментативная активность почв. Ферменты катализируют важнейшие реакции трансформации органических и органоминеральных веществ в почвах и активно участвуют в процессах почвообразования и в формировании почвенного плодородия

**Гетерогенность микросред в почве** с резкоразличающимися условиями обуславливает многообразие состава и численности различных групп микроорганизмов как в пределах одного почвенного профиля, так и в почвах зонального ряда с разными экологическими условиями

# Биологический режим почв

Характеризуется **численностью, активностью, составом** почвенных микроорганизмов в разные периоды года.

Комплексным показателем биологического режима является **биологическая активность почв**. Она характеризует емкость и интенсивность трансформации органических и органо-минеральных веществ в почвах. Для характеристики биологической активности используют показатели численности различных групп микроорганизмов и активности различных ферментов.

Интегральным показателем биологической активности многие исследователи считают продуцирование почвой углекислого газа или поглощение кислорода

# Биологический режим почв агроландшафтов

Тесно связан с хозяйственной деятельностью. Основными факторами, определяющими биологический режим почв в агроценозах, являются:

- количество послеуборочных остатков и нормы органических удобрений;
- водные и химические мелиорации (осушение, орошение, известкование, гипсование);
- агротехнические мероприятия, направленные на регулирование водного, воздушного и теплового режимов почв;
- ухудшение условий жизнедеятельности за счет загрязнения почв пестицидами, минеральными удобрениями, тяжелыми металлами, нефтепродуктами;
- биологическое загрязнение почв чужеродными патогенными и токсикогенными микроорганизмами бытовых и сельскохозяйственных отходов, недоброкачественными компостами, аэрозолями микробиологических производств.

Регулирование биологического режима почв осуществляется мероприятиями, направленными на обеспечение почв оптимальным количеством источников питания (послеуборочные остатки и органические удобрения), регулирование реакции среды (известкование, гипсование и др.), регулирование водного, воздушного и теплового режимов (мелиоративные и агротехнические мероприятия), предотвращение и снижение уровня загрязнения токсикантами,

# Агрохимические свойства и питательный режим почв

Свойства почв, учитываемые при определении вида, доз и норм минеральных и органических удобрений и химических мелиорантов, получили название - **агрохимические**. Главными из них являются: содержание гумуса, легкоразлагаемого органического вещества, емкость катионного обмена, состав поглощенных катионов, реакция среды, содержание усвояемых форм элементов питания (азота, фосфора, калия и микроэлементов).

**Азот в почвах.** Валовое содержание азота в почве тесно связано с содержанием гумуса и изменяется от 0,02-0,05% в песчаных дерново-подзолистых почвах до 0,2-0,5% в пахотном слое черноземов. Основные запасы азота (93-99%) находятся в составе органического вещества (3-5% от его массы). Накопление азота в почве обусловлено биологической аккумуляцией его из свободного азота атмосферы

# Азот в почвах

**Круговорот азота** в природе включает несколько звеньев, из которых главными агентами выступают микроорганизмы (азотфиксаторы, аммонификаторы, нитрификаторы, денитрификаторы). **Фиксация атмосферного азота** осуществляется клубеньковыми бактериями (до 300 кг/га), свободноживущими азотфиксаторами (от 5-15 до 100 кг/га) и ассоциативными (ризосфенными) бактериями - 10-100 кг/га в год (Умаров М.М., 1980).

Разложение азотсодержащих органических соединений приводит к высвобождению азота в форме аммиака (**аммонификация**). Затем аммиак окисляется последовательно до нитритов и нитратов (**нитрификация**). Окисленный азот вновь восстанавливается до газообразной формы в процессе **денитрификации**



# Азотное питание

Очень остро стоит проблема регулирования азотного питания растений. **Недостаток** азота резко сказывается на величине урожая. На получение 1 т зерна вместе с соломой требуется 30 - 40 кг азота.

**Избыток** азота, связанный с внесением высоких доз органических (более 100 т/га) и минеральных удобрений, может приводить к загрязнению почв, почвенно-грунтовых вод нитратами и накоплению их в сельскохозяйственной продукции.

Далеко не решена проблема биологического азота в земледелии. **Регулирование процессов** азотфиксации, аммонификации, нитрификации и денитрификации - актуальная задача сегодняшнего дня.

# Фосфор в почвах

**Валовое содержание** фосфора в почвах составляет 0,03-0,2%, или 1-6 т/га в пахотном слое. Основным источником фосфора в почвах служат труднорастворимые минералы группы апатита, главным образом фторапатит. В почве фосфор находится в форме минеральных и органических соединений. Органические соединения представлены нуклеиновыми кислотами, нуклеопротеидами, сахарофосфатами, гумусовыми веществами и др.

Минеральные соединения фосфора содержатся в почвах в виде солей кальция, магния, железа и алюминия ортофосфорной кислоты, в поглощенном состоянии - в виде фосфат-иона, а также в составе минералов апатита, фосфорита и вивианита. В почвах с кислой реакцией среды преобладают фосфаты железа и алюминия, с нейтральной и слабощелочной - фосфаты кальция.

Основная часть как органических, так и минеральных соединений фосфора в почвах **недоступна растениям**. Фосфор в составе органических соединений становится доступным после их минерализации, с участием ферментов фосфолитаз, фосфотаз, фитаз и др. Мобилизация фосфора из минеральных соединений происходит в основном под действием кислот, продуцируемых микроорганизмами, в том числе углекислоты. Наиболее

На получение 1 т зерна вместе с соломой требуется примерно 12 кг фосфора.

Для характеристики **уровня обеспеченности почв** зонального ряда подвижными (усвояемыми) формами фосфора используют различные вытяжки в связи с разной реакцией среды (от кислой до щелочной) и наличием карбонатов (в южных почвах).

Коэффициент использования фосфора из минеральных удобрений очень низкий, всего 15-20% (для азота 50%, калия 60-70%).

Первоочередными задачами являются повышение эффективности фосфорных удобрений и мобилизации почвенных фосфатов. Это достигается, в определенной степени, химическими мелиорациями, внесением органических удобрений, повышающих биологическую активность почв, травосеянием, регулированием воздушного режима и другими приемами.

В то же время существуют так называемые "зафосфаченные почвы" с повышенным содержанием подвижных форм фосфора, связанного с регулярным внесением высоких норм фосфорных удобрений. В таких почвах нарушается сбалансированное питание растений, возникает недостаток цинка, что приводит к функциональным заболеваниям ряда культур, особенно плодовых (розеточность, мелколиственность) и овощных.

# Калий в почвах

**Содержание валового калия** в пахотном слое почв составляет 0,5-3%.

Он входит в состав кристаллической решетки как первичных (полевые шпаты, слюды), так и вторичных минералов (вермикулит, глауконит) в труднодоступной для растений форме.

**Основным источником** доступного для растений калия является обменный, который находится в составе ППК. Обменный калий составляет 0,5-2,5% валового. Необменный, или фиксированный калий труднодоступен для растений, однако он может переходить в обменное состояние и служит ближайшим резервом доступного калия. На получение 1 т зерна вместе с соломой требуется 25-30 кг калия. Для характеристики обеспеченности почв обменным калием разработана группировка почв по его содержанию, которая используется при расчетах норм калийных удобрений и составлении агрохимических картограмм содержания обменного калия в почвах.

**Оптимизация калийного питания** достигается внесением органических и минеральных удобрений, химическими мелиорациями, мероприятиями направленными на увеличение

# Микроэлементы в почвах

**Валовое содержание** биофильных микроэлементов в почвах составляет единицы, десятки, реже сотни мг/кг (тысячные, десятитысячные и реже сотые доли %). Они выполняют важные биохимические и физиологические функции в процессах жизнедеятельности живых организмов. Валовое содержание микроэлементов в почвах в основном определяется составом почвообразующих пород, биологическим накоплением, типом водного режима, агрогенными и техногенными факторами.

Как недостаток, так и избыток микроэлементов может вызывать не только снижение урожая, но и проявление ряда заболеваний сельскохозяйственных культур, животных, человека.

Для **оптимизации питания растений** применяют микроудобрения и органические удобрения. Органические удобрения содержат практически весь набор

# Плодородие почв

**Плодородие** - это способность почв обеспечивать рост и развитие растений. Оно является главным функциональным свойством почвы, которое обуславливается составом, свойствами и режимами почв. Измеряется плодородие почв продуктивностью фитоценозов и урожайностью сельскохозяйственных культур.

**Продуктивность и урожайность** зависят не только от почвенного плодородия, но и от других факторов жизни растений, которые можно разделить на **космические** (свет и тепло), **атмосферные** (количество и режим атмосферных осадков, перераспределение тепла, влажность воздуха, состав почвенного воздуха), **литосферные** (рельеф, грунтовые воды, почвообразующие породы), **биосферные** (фитоценоз, взаимоотношения в биоценозах) и **антропогенные**. Все перечисленные факторы влияют на растение непосредственно (интенсивность фотосинтеза, участие в питании, обеспечении влагой и др.) и через свойства почв и их плодородие, которое формируется под воздействием этих факторов.

Прямой зависимости между продуктивностью фитоценозов и урожайностью культур нет. Например, на очень плодородных почвах – черноземах – в засушливые годы может быть очень низкий урожай. В этом случае проявляется действие погодного фактора. При анализе урожайности и продуктивности необходим комплексный подход с учетом всех факторов

# Виды плодородия

Различают следующие виды плодородия: естественное (природное), искусственное, потенциальное, эффективное и экономическое.

**Естественное (природное) плодородие** - это плодородие, которым обладает почва (ландшафт) в естественном состоянии. Оно характеризуется продуктивностью естественных фитоценозов.

**Искусственное плодородие** (естественно-антропогенное, по В.Д. Мухе) - плодородие, которым обладает почва (агроландшафт) в результате хозяйственной деятельности человека. По многим показателям оно наследует естественное. В чистом виде – характерно для тепличных грунтов, рекультивированных (насыпных) почв.



**Потенциальное плодородие** - способность почв (ландшафтов и агроландшафтов) обеспечивать определенный урожай или продуктивность естественных ценозов. Эта способность не всегда реализуется, что может быть связано с погодными условиями, хозяйственной деятельностью. Характеризуется потенциальное плодородие составом, свойствами и режимами почв. Например, высоким потенциальным плодородием обладают черноземные почвы, низким - подзолистые, однако в засушливые годы урожайность культур на черноземах может быть ниже, чем на подзолистых почвах.

**Эффективное плодородие** - часть потенциального, реализуемая в урожае сельскохозяйственных культур при определенных климатических (погодных) и агротехнологических условиях. Эффективное плодородие измеряется урожаем и зависит как от свойств почв, ландшафта, так и от хозяйственной деятельности человека, вида и сорта выращиваемых культур.

**Экономическое плодородие** - это эффективное плодородие, измеряемое в экономических показателях, учитывающих стоимость урожая и затраты на его получение

# Относительный характер плодородия

**Относительное плодородие** -это плодородие почвы (ландшафта) по отношению к определенному виду растений, растительной ассоциации или группе культур. Требования отдельных видов или групп культур к почвенным условиям могут существенно различаться.

Свойства почв, благоприятные для одних растений, могут лимитировать урожайность других. Например, мох сфагнум прекрасно себя чувствует на верховых болотных почвах с сильноокислой реакцией среды и высокой влажностью, но его нельзя вырастить на почвах с нейтральной или щелочной реакцией среды и с нормальными для большинства культур условиями увлажнения.

В настоящее время все сельскохозяйственные культуры по отношению к условиям питания разделены на три группы:

- 1) культуры **невысокого** выноса питательных веществ: зерновые, плодовые;
- 2) культуры **повышенного** выноса: зернобобовые, корнеплоды, картофель, саженцы плодовых;
- 3) культуры **большого** выноса: овощные, некоторые технические культуры, чай, цитрусовые, виноград.

# Адаптивно-ландшафтные системы земледелия

Оптимальное сочетание требований культур и особенностей почвенных условий лучше всего может реализоваться в **адаптивно-ландшафтных** системах земледелия, в которых на первое место ставится задача не изменения свойств почв в соответствии с требованиями культур, а подбор культур для определенных почвенных условий.

В качестве примера можно привести многовековой положительный опыт выбора участков под плодовые насаждения, чайные плантации, виноградники, сенокосы и пастбища и др.

# Оптимальные параметры состава, свойств и режимов

## ПОЧВ

**Оптимальные параметры** - это сочетание количественных и качественных показателей состава, свойств и режимов почв, при котором могут быть максимально использованы все факторы жизни растений и наиболее полно реализованы возможности выращиваемых сельскохозяйственных культур.

Теоретической основой оптимизации свойств и режимов почв являются законы и экологические принципы земледелия, сформулированные в трудах Ю. Либиха, Г. Гельригеля, Э. Вольни, К.А. Тимирязева, В.Р. Вильямса, Э.А. Митчерлиха и др.

## Оптимальные параметры состава, свойств и режимов почв

Состав, свойства и режимы почв	Оптимальные параметры
Минералогический состав	Наличие полевых шпатов, роговых обманок, глинистых минералов с высокой ЕКО, кальцита
Гранулометрический состав	От супесчаных до глинистых в зависимости от условий увлажнения
Химический состав	Полиэлементный с отсутствием дефицита и избытка кальция и магния, загрязнения тяжелыми металлами, радионуклидами и другими токсикантами. Содержание гумуса, превышающее критическое на 1% и более. Содержание ЛОВ более 0,2-0,4%
Физико-химические свойства	ЕКО более 10 мг-экв для супесчаных и более 15 мг-экв для суглинистых. Преобладание в составе ППК кальция и магния. Степень насыщенности основаниями более 55-70%. Реакция среды – близкая к нейтральной
Агрохимические свойства	Оптимальное содержание элементов питания в соответствии с зональными группировками
Общие физические свойства	Общая порозность 55-65%, плотность 1,0-1,3 г/см <sup>3</sup>
Структура	Содержание агрономически ценных водопрочных агрегатов (0,25-10 мм с порозностью более 45%) более 55% массы почвы
Водные свойства и запасы влаги	Запасы воды в диапазоне ВРК–НВ, 30-50 мм в пахотном слое, 100-200 – в метровом
Воздушные свойства и состав почвенного воздуха	Порозность аэрации более 20% объема почвы. Содержание СО <sub>2</sub> 0,03-2(3)%; О <sub>2</sub> – 19-20%
Окислительно-восстановительные условия	ОВП (Еh) 400-600 мВ

# Законы и экологические принципы земледелия

**Закон незаменимости** факторов жизни растений.

Отсутствие

одного из факторов (свет, вода, тепло, питание и др.) приостанавливает рост и развитие организма. Ни один из факторов жизни растений не может быть заменен другим.

**Закон минимума, оптимума и максимума.** Зона

оптимума фактора жизни растений занимает определенный интервал, в границах которого рост и развитие растений, при обеспеченности их другими факторами, будут наиболее активными.

**Закон совокупного действия и оптимального сочетания** факто

ров. Изменение одного из факторов жизни растений влечет за собой изменение действия других

**Закон лимитирующего фактора.** Недостаток одного фактора снижает положительное влияние всех других. Выявление и устранение лимитирующего фактора дает необходимый и наибольший эффект.

**Закон соответствия** (адекватности) культуры среде произрастания. Условия местообитания растений должны соответствовать биологическим требованиям растений.

**Закон возврата.** Вынос элементов питания с урожаем, а также другие потери веществ, связанные с деятельностью человека (эрозионные, усиление растворимости и вымывания и др.), приводят к снижению уровня плодородия и должны устраняться внесением соответствующих удобрений и другими агротехническими и мелиоративными



# Факторы, лимитирующие плодородие почв

Общепланетарные лимитирующие факторы, характерные для почв всех природных зон, внутризональные (региональные), характерные для определенных зон и регионов, и местные, характерные для небольших территорий.

К **общепланетарным** можно отнести: недостаточную обеспеченность элементами питания, повышенную плотность, неудовлетворительную структуру, пониженное содержание легкоразлагаемого органического вещества.

К **внутризональным** (региональным) - повышенную кислотность, повышенную щелочность, недостаток и избыток влаги, эродированность и дефлированность почв, каменистость, засоленность, солонцеватость и др.

К **местным** факторам, лимитирующим почвенное плодородие, можно отнести локальное загрязнение почв радионуклидами, тяжелыми металлами, нефтепродуктами, нарушение почвенного покрова горными выработками и др.

Для ряда свойств почв и режимов определены **критические уровни**

# Окультуривание

В почвах с низким естественным плодородием выделяют освоенные, окультуренные и культурные разности.

**Освоенные** почвы формируются в условиях низкой агротехники, при нерегулярном внесении невысоких доз органических и минеральных удобрений.

**Окультуренные и культурные** - формируются при высокой агротехнике, регулярном внесении органических и минеральных удобрений и проведении необходимых мелиоративных мероприятий (осушение, орошение, известкование, внесение высоких доз торфа, пескование глинистых почв, глинование - песчаных и др.).

В результате мероприятий, направленных на устранение лимитирующих факторов, плодородие окультуренных почв существенно выше по сравнению с освоенными аналогами.

# Выпахивание

Процесс, **противоположный окультуриванию**, предложено называть выпаживанием. **Выпахивание** - снижение уровня плодородия пахотных почв, ухудшение агрономических свойств (снижение содержания гумуса, обезструктурирование, переуплотнение, почвоутомление) в результате использования их при низком уровне поступления источников гумуса (органических удобрений и послеуборочных остатков) в течение ряда лет.

В настоящее время ведутся научные исследования по количественной оценке степени выпаживанности. Выпаханными могут быть как освоенные, так и в разной степени окультуренные почвы. В выпаживанных почвах наиболее часто проявляется почвоутомление и фитотоксичность почв, резко снижающие урожай растений.

# Почвоутомление

Многофакторное явление, проявляющееся в агроценозах, особенно в условиях монокультуры. А.М. Гродзинский (1965), В.Т. Лобков (1964) выделяют следующие, наиболее существенные **причины почвоутомления**:

- односторонний вынос питательных элементов, нарушение сбалансированного питания растений;
- изменение физико-химических свойств почв, сдвиг pH;
- ухудшение структуры и водно-физических свойств почв;
- нарушение биологического режима, развитие патогенной микрофлоры (грибов *Fusarium*, *Penicillium* и др., бактерий *Pseudomonas*, некоторых актиномицетов);
- накопление фитотоксичных веществ (колинов) - производных фенолов, хинонов и нафтизина, обуславливающих токсичность почв;
- размножение вредителей и злостных сорняков.

Почвоутомление рассматривается как результат нарушения экологического равновесия в системе почва-растение вследствие одностороннего воздействия на почву культурных растений

**Спасибо за внимание!**