

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н. И. Вавилова»**

МЕЛИОРАТИВНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

краткий курс лекций

для аспирантов 3 курса

Направление подготовки
35.06.01 Сельское хозяйство

Саратов 2014

УДК 631.1:631.153.7
ББК 41.41
О-75

Рецензенты:

Заместитель директора ФГНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», доктор с.-х. наук

В.И. Жужукин

Профессор кафедры «Растениеводства, селекции и генетики», доктор с.-х. наук, профессор ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ»

В.Б. Нарушев

О-75 Мелиоративное земледелие: краткий курс лекций для аспирантов 3 курса направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство / Сост.: А.П. Солодовников // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 52 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Мелиоративное земледелие» составлен в соответствие с рабочей программой дисциплины и предназначен для аспирантов направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство. В курсе лекций дается характеристика способов мелиоративной обработки и ее влияние на плодородие, на фитосанитарное состояние почвы, на урожайность сельскохозяйственных культур.

Детально рассматривается минимальная и нулевая обработки почвы, которые тесно увязаны с экологическими, экономическими аспектами, критическим и экономическим порогами вредоносности сорных растений.

УДК 631.1:631.153.7
ББК 41.41
О-75

© Солодовников А.П., 2014

© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014

Введение.

Познание научных основ в использовании различных систем земледелия в соответствии с современными условиями и экологическими ограничениями при размещении сельскохозяйственных культур обеспечивает получение высоких и устойчивых урожаев.

Мелиоративное земледелие представляет собой комплекс технологических операций по управлению продукционным процессом сельскохозяйственных культур в агроценозах на основе мелиоративной обработки с целью сохранения почвенного плодородия и получения высокой экономической эффективности.

Рациональное использование современной с.-х. техники и средств защиты растений при разработке почвозащитных агроприемов в технологии возделывания с.-х. культур позволяет защитить почву от эрозионных процессов с получением стабильных урожаев высокого качества.

Лекция 1

Вводная лекция

1.1 Предмет и задачи курса мелиоративное земледелие

Мелиоративное земледелие – это земледелие на мелиорируемых землях.

Потребность в мелиорации зависит от зональных и азональных особенностей природных условий. Обычно орошают возвышенные выровненные пространства, естественная увлажненность которых характеризуется количеством тепла или радиационным балансом и количеством атмосферных осадков, на этих землях распространены зональные почвы. В осушении нуждаются, как правило, азональные природные объекты (фации), которые в силу своего высотного расположения получают дополнительное водное питание за счет притока со стороны зональных фаций, на них формируются азональные почвы: болотно-подзолистые, торфяные, пойменные. Засоленные земли также часто имеют азональный характер расположения.

Мелиоративный режим - это совокупность требований к управляемым факторам почвообразования, роста растений и воздействия на окружающую среду, которые должна обеспечить система мелиоративных мероприятий для достижения поставленной цели.

Поволжье представляет собой в настоящее время крупную индустриальную базу страны, зону развитого сельского хозяйства. По площади сельскохозяйственных угодий (46,7 млн га) занимает первое место в РФ. Важная роль принадлежит Поволжью в производстве зерновых культур, проса, подсолнечника, горчицы, сахарной свеклы, овощных и бахчевых. Район Поволжья охватывает огромную территорию (более 52 млн га). Он характеризуется большим разнообразием почвенных, климатических, геоморфологических и гидрологических условий.

1.2 Климатические условия районов земледелия

Климат Поволжья континентальный. Разница между максимальной летней и минимальной зимней температурами достигает 83-85°, между средними температурами – 32-37 °С.

Продолжительность теплого периода от 120 до 210 дней. Повторяемость засух в районе Поволжья (по Кабанову П.Г.) в лесостепи - 9,6-17,3 %, в правобережной степи - 5,8-21,1 %, в степном Заволжье - 13,5–23,3 %. Количество осадков по зонам колеблется от 270 до 500 мм. Почвы - от серых лесных и подзолов до черноземов и темно- и светло-каштановых.

По природно-климатическим условиям Поволжье делится на 5 зон. Это лесостепь, черноземная степь, сухая степь, полупустыня и Волго-Ахтубинская пойма.

Почвы лесостепи представлены выщелоченным черноземом, содержащим 5-6 % гумуса. Встречаются и тучные черноземы –10-12 % гумуса.

Годовое количество осадков на севере - 500, на юге - 375-400 мм. Острозасушливые годы составляют 17 %, среднеза-сушливые – 38 %. Отношение количества осадков к испаряемости - коэффициент увлажнения K_u равен 0,77. На востоке зоны снижается до 0,55. Сумма активных температур $>10\text{ }^\circ\text{C}$ 2200-2600°.

Почвы черноземной степи - это обыкновенные и южные черноземы, тяжелосуглинистые по гранулометрическому составу, с 3-5 % гумуса. Годовое количество осадков - 325-330 мм в Левобережье и 400 мм в Правобережье. Коэффициент увлажнения 0,55-0,77. Повторяемость сухих и засушливых лет - 30-35 %. Сумма активных температур 2600-3200°.

В сухой степи распространены темно-каштановые, каштановые почвы, в верхних горизонтах которых 3-4 % гумуса. Годовая сумма осадков в Левобережье - 225-325 мм.

Повторяемость острозасушливых лет - 18 %, средnezасушливых - 50 %. Коэффициент увлажнения 0,44-0,55. Сумма активных температур 2800-3200°.

Полупустыня расположена в зоне светло-каштановых почв. Гумуса содержится всего 1-3 %. Коэффициент увлажнения – 0,22-0,33. Преобладают острозасушливые годы (75 %) и средnezасушливые (24 %). Сумма активных температур 3400-3600°. Годовое количество осадков 180-200 мм. Такое малое количество осадков исключает возможность выращивания сельскохозяйственных культур без орошения.

Волго-Ахтубинская пойма представляет собой низменное затопляемое полыми водами пространство. Сумма активных температур 3300–3600°. Годовое количество осадков 175–300 мм. Грунтовые воды находятся на глубине до 1–6 м. Почвы наносные легкие малогумусные или высокогумусные темноцветные встречаются и лугово-болотные.

1.3 Современное состояние и пути повышения эффективности использования мелиорируемых земель

В связи с засушливостью климата в целом для успешного развития сельского хозяйства и стабильного получения высоких урожаев необходимо орошение. В условиях орошения урожаи зерна яровой пшеницы превышают урожаи с богарных земель в 3-11 раз, кукурузы на силос - в 4-6 раз, многолетних трав на сено - в 5-7 раз.

Для получения высоких урожаев в условиях орошения необходимо правильно, на научных основах вести орошаемое хозяйство.

Саратовская область расположена между 49°47' и 52°50' северной широты и 44°02' и 50°50' восточной долготы и занимает 100,2 тыс. кв. км. Ее пересекают четыре крупные природные зоны: лесостепь, засушливая черноземная степь, сухая степь с темно-каштановыми и каштановыми почвами и полупустынная степь со светло-каштановыми и бурыми почвами.

Климат отличается резкой континентальностью и суровостью. Для него характерны холодная малоснежная зима, короткая засушливая весна и сухое жаркое лето.

Область располагает большими тепловыми ресурсами. Сумма активных температур воздуха выше 10° изменяется от 2400° на севере и северо-западе до 3100° на юго-востоке области, что позволяет возделывать большой набор сельскохозяйственных растений.

Продолжительность безморозного периода 130-165 дней. Самые поздние заморозки весной бывают в первой декаде июня, самые ранний заморозки осенью в Правобережье - во второй, в Левобережье - в третьей декадах сентября.

Значительная часть термических ресурсов остается неиспользованной из-за недостатка влаги.

Среднегодовое количество осадков меняется по районам области от 310 до 500 мм, причем в период вегетации основных зерновых культур выпадает 25-30 % этого количества. Поэтому важнейшей задачей земледелия здесь является введение засухоустойчивых культур и сортов, разработка и освоение влагосберегающих технологий их возделывания.

Влагообеспеченность недостаточна. По уровню увлажненности на территории области выделяют зоны: слабозасушливую с ГТК теплого периода >0,9, засушливую с ГТК = 0,9-0,65, очень засушливую с ГТК ~ 0,65-0,5 и сухую с ГТК <0,5.

Главная особенность климата – частая повторяемость засух и суховеев. За последние 105 лет повторяемость засух в период весенне-летней вегетации составила в среднем 48 %, то есть практически каждый второй год отмечаются засушливые явления той или иной интенсивности.

Вероятность засушливых лет возрастает с северо-запада на юго-восток с 18 до 59 % в период весенне-летней вегетации зерновых культур и с 20 до 54 % в период осенней

вегетации озимых, что необходимо учитывать при определении удельного веса озимых и яровых культур в структуре посевов.

1.4 Роль отечественных ученых в развитии основ мелиоративного земледелия

Русские ученые агрономы:

Болотов Т.А. (1750 – 1833) – первый русский агроном. Его работа «О разделении полей» была первым в России руководством по введению севооборотов и организации с.-х. территорий. Он предлагал заменить трехпольный севооборот многопольным. Научным путем разрабатывал научно обоснованные нормы высева.

Комов И.М. (1750 – 1792). В своей работе «О земледелии» он одним из первых ученых-земледельцев обосновал научные основы чередования культур, Разработал плодосменную систему земледелия.

Павлов М.Г. (1793 – 1840). Им в первые было раскрыто значение почвенных процессов в питании растений, разработана теория применения удобрений.

Энгельгардт А.Н. (1832 – 1893). Основоположник агрохимии. Он разработал теорию о питании растений. Ратовал за применение минеральных удобрений вместе с навозом для усиления его действия.

Докучаев В.В. (1846 – 1903). Основоположник почвоведения. Он дал первую в мире научную классификацию почв по их происхождению. Его труды «Русский чернозем» (1883), «Наши степи прежде и теперь» (1892) дают определение почвы как самостоятельного природного тела.

Костычев П.А. (1845 – 1895). Является основателем почвенной микробиологии. Он значительно усилил биологическую трактовку процесса черноземообразования, дал агрономическую оценку черноземов и обосновал рациональные приемы их обработки.

Стебут И.А. (1833 – 1923). Развивал науку опытного дела и занимался обучением кадров. Он считал, что степные засушливые районы требуют иных систем земледелия по сравнению с районами достаточного увлажнения.

Менделеев Д.И. (1834 – 1907). Он занимался исследованиями по земледелию, животноводству и мелиорации. Он считал, что современное сельское хозяйство начинается там, где создаются следующие условия:

1. Имеются выгодные человеку породы животных и сорта растений.
2. Развивается специализация.
3. Неуклонно сокращается доля затрат физического труда за счет применения машин.

Овсинский И.Е. (). Впервые предложил идею минимализации обработки почвы. В своей работе «Новая система земледелия» (1899) ученый на основе многочисленных опытов доказал. Что землю нужно обрабатывать не глубже 5 см. Сохраняя растительные остатки на поверхности поля. Он без применения химии получал урожайность 50 ц/га при средней урожайности по России около 6 ц/га.

Прянишников Д.Н. (1865 – 1948). Положил начало широкому развитию агрономической химии в нашей стране.

Вильямс Р.В. (1863 -1939). В 1886 году создал испытательную станцию семян, почв и удобрений. Создал по тому времени богатейшую коллекцию злаковых и бобовых трав. Внес огромный вклад в изучение структуры почвы. Отводил важную роль в восстановлении структуры почвы с помощью многолетних трав. Он разработал и предложил систему агротехнических мероприятий по восстановлению и повышению плодородия почвы, которую назвал *травопольной системой* земледелия. В нее вошли рациональная организация и использование всей территории хозяйства и система двух севооборотов — полевого и кормового, правильная система обработки почвы и ухода за посевами, правильная система удобрения, посадка полезащитных лесных полос.

Дояренко А.Г. (1874 – 1958). Разработал ряд оригинальных методов исследований физических свойств почвы. Он придавал большое значение в земледелии занятым парам и промежуточным культурам.

Тулайков Н.М. (1875 – 1938). Внес существенный вклад в развитие земледелия на Юго-востоке нашей страны. Был сторонником мелкой обработки почвы, способствующей сохранению и накоплению влаги в ней.

Вавилов Н.И. (1887 – 1943). Разработал учение о мировых центрах происхождения культурных растений. Сформулировал закон гомологических рядов.

Мальцев Т.С. (). Заменял вспашку безотвальной обработкой и был сторонником минимальной обработки

Бараев А.И. Разработал плоскорезную обработку для районов целинных земель.

Особую роль в развитии русской Агрономии сыграли опытные учреждения и учебные заведения. В 1867 Вольное экономическое общество приступило к проведению опытов с удобрениями. В 1884 организовано Полтавское опытное поле, затем Херсонское (1889), Одесское, Донское, Таганрогское и Лохвицкое опытные поля (1894), Вятская, Ивановская (1895) и Безенчукская (1903) опытные станции. В 1902 создана сеть опытных станций при сахарных заводах для разработки приёмов возделывания сахарной свёклы, селекции и сортоиспытания этой культуры. В 1908 было положено начало новому направлению в организации с.-х. опытного дела в России — размещению с.-х. научно-исследовательских учреждений в соответствии с природными зонами страны; созданы государственные опытные станции — Запольская (Петербургская губерния), Костычевская (Самарская губерния), Энгельгардтовская (Смоленская губерния) и Шатиловская (Тульская губерния). На опытных станциях и полях изучали и разрабатывали приёмы обработки почвы, севообороты, агротехнику отдельных культур и другие вопросы, имеющие важное значение в земледелии. В 1-й половине 19 в. открыт Новоалександровский институт сельского хозяйства и лесоводства (ныне Харьковский с.-х. институт им. В. В. Докучаева) и Горы-Горетский институт (ныне Белорусская с.-х. академия). В 1865 учреждена Петровская земледельческая и лесная академия (ныне Московская с.-х. академия им. К. А. Тимирязева), ставшая центром развития **Агрономии** и подготовки агрономических кадров. В 1913 открыт один из крупнейших с.-х. вузов в Воронеже. В начале 20 в. в Москве и Петербурге были организованы Высшие с.-х. курсы для женщин; в Харькове, Казани, Варшаве и Юрьеве — ветеринарные институты. При всём этом в дореволюционной России Агрономия оказывала незначительное влияние на земледелие, т. к. основная масса крестьянских хозяйств, располагая крайне малыми наделами земли, не имея необходимой техники и средств, не могла пользоваться успехами Агрономии.

1.5 Законы земледелия и их проявление в условиях орошения

Природные тела и явления, служащие источником вещества и энергии, участвующие в образовании тел растений и влияющие на особенности их роста и развития, урожайности и качества продукции, в земледелии называют факторами жизни культурных растений. Факторы делятся на космические (свет, тепло), атмосферные (воздух) и почвенные (вода, питательные вещества).

Все факторы жизни взаимосвязаны между собой и влияют на растение в определенной закономерности, которая выражается в законах земледелия. Среди них необходимо отметить следующие законы:

- 1) незаменимости и равнозначимости факторов;
- 2) минимума;
- 3) взаимодействия факторов;
- 4) плодосмена;
- 5) возврата.

Рассмотрим каждый закон и механизм его действия в конкретных условиях.

Впервые о законе незаменимости экологических факторов высказал мысль известный физиолог Э.А. Митчерлих в XX в., отметив, что урожай зависит от совокупного действия всех факторов. В дальнейшем В.Р. Вильямс уточнил, что один фактор нельзя заменить другим: свет нельзя заменить теплом, тепло – влагой, влагу питательными веществами и т.д.

1.6 Особенности интенсивной системы земледелия и специализации севооборотов на орошаемых землях

Научно обоснованное чередование орошаемых сельскохозяйственных культур во времени и по полям называется севооборотом.

Орошаемый севооборот представляет основу для проведения всех агромелиоративных мероприятий на поливных землях - системы обработки почвы, борьбы с сорняками, удобрения культур, режима орошения, техники поливов, мер защиты от засоления почвы, повышения плодородия почвы и в том числе улучшения ее водно-физических свойств, почвозащитных мер от эрозии, эколого-охранных мероприятий.

В условиях орошения возрастает роль севооборота в улучшении физических свойств почвы. Особенно структурного-образования, строения и сложения пахотного слоя. Это связано с массой корней и проникновением их в почву, условиями их разложения при повышенной влажности и пониженной аэрации.

Важную роль в улучшении водно-физических свойств почвы играет накопление гумуса. При возделывании культур в почве одновременно происходят процессы синтеза, накопления органического вещества и его разрушения, минерализации. Особенно интенсивны эти процессы в условиях орошения при повышенной влажности.

В период вегетации под рядом культур процессы синтеза преобладают над разрушением органического вещества. После уборки культур идет как правило разрушение пожнивных и корневых остатков. Чем больше культуры оставляют после себя органического вещества, тем интенсивнее обогащается им почва. Непосредственное влияние растений на приходную часть баланса органического вещества орошаемых культур оценивают по количеству и качеству растительных остатков и по соотношению синтеза и минерализации вещества в почве, на которые влияет в первую очередь технология возделывания культуры.

В условиях орошения особенно интенсивно идут процессы разложения органического вещества.

Наибольшее количество органического вещества в почве оставляют многолетние травы и особенно люцерна. При этом отсутствие обработки почвы сдвигает равновесие в сторону синтеза гумусовых веществ. Органическое вещество имеет положительный баланс.

Под зерновыми яровыми и озимыми, а также зернобобовыми культурами разложение органического вещества может преобладать над синтезом в одних условиях и синтез может преобладать над разложением в других. Здесь баланс может иметь отрицательное значение.

Особенно интенсивно идет разложение органического вещества под пропашными. Баланс его здесь почти всегда отрицателен.

Многолетние бобовые травы чаще всего – обязательный компонент орошаемого севооборота. Изменяя соотношения площадей под разными культурами, можно регулировать поступление органического вещества в почву с растительными остатками. Возделывание пропашных культур без внесения органического удобрения на большей площади приводит к уменьшению природных запасов гумуса.

Под многолетними травами создается хорошая водопроходная структура. После распашки пласта в почве увеличивается скважность, аэрация, водопроницаемость.

В условиях поливного земледелия повышается фитосани-тарная роль севооборота. Только с помощью правильного чередования культур можно эффективно бороться с многолетними поздними яровыми сорными растениями, преобладающими на орошаемых полях.

Высококонкурентные культуры – озимая пшеница, многолетние травы, способные противостоять сорным растениям, - снижают засоренность. Слабо противостоят сорнякам картофель, сахарная свекла, яровая пшеница. Среднюю конкурентноспособность имеют кукуруза, однолетние травы, люпин.

Вопросы для самоконтроля

1. Климатические условия Поволжья и Саратовской области.
2. Зоны Поволжья.
3. Показатели засушливости климата.
4. Гидротермический коэффициент и его расчёт.
 1. Обоснование использования законов орошаемого земледелия.
 2. Закон незаменимости факторов, минимума.
 3. Закон взаимодействия факторов.
 4. Закон плодосмена и возврата.
 5. Закон «убывающего плодородия».

Список литературы

Основная литература

1. Денисов Е.П. и др. Эффективное использование орошаемых земель в Поволжье. Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011. – 148 с.
2. Денисов Е.П., Косолапов С.Н.; Четвериков Ф.П. и др. Повышение эффективности и устойчивости земледелия при производстве растениеводческой продукции. Саратов, 2008.-59с.

Дополнительная литература

1. Кружилин А.С. Биологические особенности и продуктивность орошаемых культур. М., 1977. – 301 с.
2. Лысогоров С.А., Ушкаренко В.А. Орошаемое земледелие /Учебник/. М., 1995. – 502 с.

Лекция 2

Технологии в мелиоративном земледелии

2.1 Характеристика существующих способов основной обработки почвы

Основная обработка почвы – это первая наиболее глубокая обработка, выполняемая после уборки предшествующей культуры определенным способом, самостоятельно или в сочетании с приемами поверхностной обработки для решения главных задач.

Существуют следующие системы основной обработки почвы:

- I. Лушение стерни с последующей зяблевой вспашкой (классическая обработка).

Обычно проводят одно лушение, но если поля засорены корневищными сорняками проводят два лущения дисковыми орудиями с разрывом во времени 10-12 дней.

При корнеотпрысковом типе засорения рекомендуется проводить два лущения с разрывом во времени 10-12 дней, первое – дисковыми орудиями, второе лемешными на 14-16 см.

После лущения проводят вспашку в сроки, определяемые по массовому появлению сорняков

Вспашка

Решает следующие задачи:

1. Создает благоприятные условия для накопления влаги;
2. Уничтожает вегетирующие сорняки;
3. Заделывает пожнивные остатки, удобрения.
4. Борется с болезнями и вредителями.
5. Создает условия для проведения последующих работ по подготовке почвы и проведения посева.

В зависимости от глубины обработки вспашка бывает:

1. Мелкая (18-20-22 см) – проводится под пожнивные культуры, озимые по занятым парам, при весновспашке.
2. Обычная (23-25-27 см) – проводится под яровые зерновые культуры, однолетние травы, зернобобовые, овощи.
3. Глубокая (28-30-32 см) – проводится один раз в 3-4 года под черный пар, пропашные, многолетние травы, под парозанимающую культуру.

II. Зяблевая вспашка без предварительного лущения

В зонах недостаточного увлажнения и в засушливую осень послеуборочное лущение не целесообразно, поэтому обработку начинают сразу со вспашки.

III. Плоскорезная обработка

В районах распространения ветровой эрозии вместо вспашки проводят плоскорезную обработку

IV. Мульчирующая обработка

1. После уборки предшественника проводят лущение,
2. По мере отрастания сорняков вносят гербицид сплошного действия,
3. Обработка дискаторами или тяжелой дисковой бороной

V. Консервирующая обработка

1. После уборки предшественника проводят лущение,
2. По мере отрастания сорняков вносят гербицид сплошного действия,
3. Глубокая безотвальная обработка почвы.

VI. Минимальная обработка почвы

Минимальная обработка почвы – это обработка, которая включает одну или ряд мелких обработок почвы, с последующим посевом в мульчирующий слой

VII. Нулевая обработка

Нулевая обработка почвы – предусматривает прямой посев, который производится по необработанному полю с отказом от всех видов механической обработки почвы.

VIII. Полупаровая обработка

Начинается с лущения с последующей вспашкой, по мере отрастания сорняков проводят поверхностные обработки

2.2 История развития технологий сберегающего земледелия

Технологии сберегающего земледелия – это технологии, основанные на минимальной и нулевой обработке почвы в их системном понимании, дополняемые

включением в процесс сельскохозяйственного производства передовых информационных технологий

Начало распространения технологий сберегающего земледелия в Северной Америке и Австралии произошло в начале 20 века. Их широкое распространение стало возможным благодаря разработкам соответствующей с.-х. техники, эффективных удобрений и средств защиты растений.

В США широкое распространение данные технологии получили во второй половине 20 века, что во многом связано с появлением эффективных средств защиты растений. В настоящее время нулевая обработка применяется преимущественно для посева зерновых культур, кукурузы сои на 28,4 млн. га. Потери плодородия почвы при ее применении сократились на 95%. Экономия горючего при нулевой обработке достигает 80%, рабочей силы – 60%.

В Канаде в настоящее время более 90% зерновых выращивают при использовании различных технологий сберегающего земледелия. Из севооборотов исчезли чистые пары. С начала 1990-х годов по нулевой обработке в севооборотах с яровой пшеницей выращивают масличные (в частности рапс), бобовые (горох, чечевицу) культуры, которые в традиционном земледелии были непопулярны.

Площади сберегающего земледелия на сегодняшний день составляют: в США 28,4 млн. га, в Аргентине 18 млн. га, в Бразилии 17,3 млн. га, в Австралии 12 млн. га, в Канаде 7,1 млн.га, в Парагвае 1,4 млн. га.

Развитие сберегающего земледелия в Европе отражено в таблице 1.

Таблица 1.- Распространение сберегающих технологий в Европе

Страна	Доля сельхозугодий, обрабатываемых по минимальной технологии	Доля сельхозугодий, обрабатываемых по нулевой технологии
Швейцария	29,1%	2,2%
Великобритания	24,5%	0,4%
Германия	20,1%	3,0%
Португалия	19,6%	1,3%
Бельгия	17,2%	0
Испания	15,0%	2,6%
Франция	15,0%	0,5%
Венгрия	10,9%	0,2%
Дания	10,1%	0
Словакия	9,7%	0,7%
Италия	7,0%	1,0%

В России идея минимализации в системе земледелия впервые была предложена в конце 19 века И.Е. Овсинским. В своей работе «Новая система земледелия» (Киев, 1899 г.) он на основе многочисленных опытов доказал, что землю надо обрабатывать не глубже 5 см, сохраняя растительные остатки.

В 30-х годах 20 века академик Н.А. Тулайков разработал систему мелкой обработки почвы для засушливых степных районов Поволжья.

В 50 годы безотвальной обработкой занимался Т.С. Мальцев.

При освоении целины был разработан плоскорез под руководством академика А.И.Бараева.

На сегодняшний день нет достоверных статистических данных относительно площадей сельхозугодий РФ, возделываемых по ресурсосберегающим технологиям (В нашей стране минимальная обработка применяется на 1% пашни).

Очень часто под технологией сберегающего земледелия подразумевается отдельный элемент технологии, например отказ от вспашки. При этом не учитываются такие важные

элементы, как сохранение растительных остатков, грамотно сконструированный севооборот.

2.3 Положительные и отрицательные стороны минимальной и нулевой технологии

Более двух веков прошло с тех пор, как люди создали, и стали активно применять плуг для обработки почвы. По мере усовершенствования его конструкции накапливались знания, как о положительных, так и об отрицательных сторонах плужной обработки.

Отрицательные стороны плужной обработки

1. Уменьшается количество гумуса,

По данным почвенного мониторинга, проведенного учеными НИИСХ Юго-Востока и специалистами НИИ «Южгипрозем», основные типы почв Саратовской области за время их сельскохозяйственного использования потеряли от 30 до 50% запасов гумуса. Так, в типичных и тучных черноземах западных районов области содержание гумуса с 10-12% снизилось до 6-7%, в выщелоченном – с 8-10 до 4-7%. Почвенные разности каштанового типа потеряли до 40% гумуса (Д.П. Гостищев, М.И. Пушко, 1999; В.И. Воронин, 2000; В.Д. Иванов, Е.В. Кузнецова, 2001, 2003; М.П. Чуб, И.Ф. Медведев, Н.В. Потатурина, 2003; А.И. Шабаев, 1985).

2. Деградация структуры,

Как показывают результаты исследований, при использовании почвы в современных условиях происходит разрушение агрономически ценной структуры. За три года теряется 1,9 % водопрочных агрегатов (Н.А. Фомин, 2005).

Запахивание соломы ухудшает структуру из-за оголения поверхности и открытого воздействия дождевых капель, что приводит к образованию корки.

3. Из пахотного горизонта вымывается кальций, что приводит к подкислению почвы.

При длительном сельскохозяйственном использовании происходит изменение в количественных соотношениях обменных катионов. По данным А.В. Ивойлова (1988), из пахотного горизонта ежегодно за счет выноса и вымывания отчуждается до 370 кг/га оснований (в перерасчете на CaCO_3). На длительно паровавшей почве содержание обменного кальция было в 2,5 раза меньше, чем после картофеля и овса, и в 3 и 4,5 раза меньше, чем после ржи и клевера. А.Н. Каштанов и А.С. Извеков (1994) приводят данные о снижении запасов почвенного кальция на половину.

Кроме того, кальций – химический аналог стронция-90 (К.К. Гедройц, 1955), поэтому при декальцинировании может произойти замещение кальция стронцием, что негативно скажется на радиоактивности почвы и качестве сельскохозяйственной продукции (И.А. Трунов, Г.Н. Пугачев, 2008).

4. Наличие свальных и развальных гребней

По свальным и развальным гребням густота стояния растений ниже из-за неравномерности заделки семян.

5. Интенсивное оборачивание почвы вредное для большинства обитателей почвы.

Ежегодно происходит гибель и восстановление микроорганизмов, обитающих в разных слоях почвы. Так, как запахиваются аэробные бактерии требующие для жизнедеятельности доступа кислорода и выпаживаются анаэробные бактерии. (как происходит гниение деревянного столба – в верхнем 0-5 см слое). На этот процесс отвлекаются значительные энергоресурсы почвы.

Как видно на этом слайде запаханная солома озимой пшеницы лежит на глубине 20 см не перегнивает и создает прослойку между пахотным и подпахотным слоем препятствуя капиллярному подпитыванию влагой из нижних горизонтов почвы.

6. Усиливаются процессы эрозии

Население планета постоянно растет и для обеспечения 1 человека продуктами питания необходимо 0,3-0,5 га сельхозугодий. На сегодняшний день приходится 0,25 га в целом на земле. В России с площадями все нормально (0,85 га), но с продуктивностью гораздо хуже.

7. Увеличение энергозатрат.

(По официальным данным, при выращивании с.-х. культур при нулевой обработке расход дизельного топлива составляет 15,5 л/га, при минимальной – 21,1 л/га, при обычной 45,5 л/га. Применение минимальных обработок приводит к снижению прямых затрат в 4-5 раз. Уменьшается в 5-7 раз потребность в тракторах, механизаторах и других работниках.)

8. Плужная подошва.

Ее толщина бывает 5-7 см с плотностью от 1,5-1,9 г/см³, которая отрицательно сказывается на развитии корней растений, и она нарушает капиллярную систему, не пропуская по капиллярам воду из глубоких горизонтов почвы.

9. Вспаханное поле (особенно в сухую осень) интенсивнее теряет влагу не только из пахотного слоя, но и из подпахотного горизонта

Отказ от вспашки и применение мелкой обработки почвы с созданием мульчирующего слоя из растительных остатков позволяет лучше накапливать и рационально расходовать влагу.

Даже самые элитные сорта культур, выведенные при помощи биотехнологий и генной инженерии, не в состоянии получать воду и питательные из почвы вещества, если их там нет. (Рэттан Лал, агроном и почвовед из университета штата Огайо (США).

Мульчирующий слой из растительных остатков на поверхности почвы уменьшает испарение, позволяет эффективно аккумулировать выпавшие осадки, способствует получению дополнительной влаги из воздуха в период засухи.

Вы все знаете, что чем выше температура воздуха – тем больше может содержать влаги в виде водяного пара (пример с горячим чаем).

Воздух при температуре 40 градусов может содержать до 90 г воды в 1 м³, если при попадании в почву в результате газообмена температура снижается на 10-15 градусов в силу физических законов Природы, количество содержащейся в этом воздухе воды уменьшится до 55г. А разница (90-55=35) тут же передается почве в виде росы или конденсата. Вспомните холодную трубу в ванной или душе она всегда покрыта водой.

Поэтому задача агронома создать из соломы светлый, рыхлый мульчирующий слой на поверхности почвы, чтобы уменьшить ее температуру и улучшить воздухопроницаемость

Мы отметили 9 недостатков классической обработки соответственно 9 достоинств минимальной обработки. Но почему минимальная обработка не имеет массового распространения в России?

Отрицательные стороны минимальной и нулевой обработки

1) Многие агрономы отмечают, что с применением минимальных обработок растет плотность почвы.

Сразу после вспашки плотность почвы конечно гораздо ниже, но эти различия сохраняются не долго. Как видно из приведенных наблюдений за плотность почвы по минимальной обработке она несколько выше в верхних слоях почвы, но в слое 0-40 см различия составляют 4-5%. А при наличии большого количества пожнивно-корневых остатков (после озимых) плотность при минимальной обработке не растет.

Полевыми опытами Ф.Г. Бакирова (2008) установлено, что для черноземов оптимальная плотность в пахотном слое составляют: для озимых 1,20 -1,24 г/см³, яровых ранних – 1,20 -1,24 г/см³, кукурузы 1,15-1,20 г/см³. С увеличением плотности на 0,01 г/см³ от этих значений урожайность озимых снижается на 0,04 т/га, яровой пшеницы – на 0,05 т/га.

Учеными Самарского НИИСХ установлено, что почвы с содержанием гумуса 3,5% и более не нуждаются в интенсивных обработках для регулирования агрофизических процессов. Они способны поддерживать оптимальную для большинства культурных растений плотность 1- 1,25 г/см³ под влиянием естественных факторов (В Саратовской области из 6260 тыс.га пашни 30% составляют каштановые почвы и 11,5% солонцовые комплексы, которые по гранулометрическому составу глинистые и тяжелосуглинистые, поэтому равновесная плотность данных почв 1,3 г/см³ и более, следовательно данная плотность не равна оптимальной для культурных растений, что требует определенного рыхления почвы с помощью различных обработок. Содержание гумуса в почвах 6-7 микрорайонах области ниже 3,5%, что ниже допустимого предела.)

Плотность почвы сильно зависит от ее влажности. Чем выше ее влажность, тем меньше плотность. Широкое применение нулевой обработки В Аргентине связано с большим количеством осадков не менее 100 – 110 мм за месяц. Такое оптимальное увлажнение позволяет возделываемым там культурам легче переносить высокую плотность почв.

2. Минимализация обработки почвы непременно влечет за собой существенное возрастание расходов на защиту растений от болезней и сорняков, особенно многолетних.

3. Затруднена заделка на оптимальную глубину органических удобрений (навоза, сидератов)

4. Уменьшаются запасы доступных элементов питания по сравнению со вспашкой

Поэтому обязательно необходимо применение минеральных удобрений

5. «Верхний» тип питания растений

6. Современная техника для применения минимальной и нулевой обработки очень дорогая.

Многие экономисты, занимающиеся изучением минимальной обработки, отмечают, что при сегодняшних ценах в России на ядохимикаты, сельскохозяйственную технику и удобрения минимальная и нулевая обработка экономически не очень эффективна.

Вопросы самоконтроля

1. Законы в земледелии.
2. Существующие системы основной обработки почвы.
3. Основные задачи, решаемые лущением стерни и вспашкой.
4. История развития сберегающего земледелия.
5. Отрицательные аспекты плужной обработки.
6. Преимущества минимализации обработки почвы в экологическом земледелии.
7. Отрицательные стороны минимальной и нулевой обработки.
8. Плоскорезная обработка почвы, ее особенности, преимущества и недостатки.
9. Мульчирующая обработка почвы, ее особенности, преимущества и недостатки.
10. Консервирующая обработка почвы, ее особенности, преимущества и недостатки.
11. Полупаровая обработка почвы, ее особенности, преимущества и недостатки.
12. Изменение содержания гумуса в почве в результате сельскохозяйственного производства.
13. Деградация структуры почвы под действием интенсивной обработки почвы.
14. Изменение почвенной биоты под влиянием интенсивного оборачивания почвы.
15. Энергетические затраты при внедрении различных технологий.
16. Плужная «подошва».

Список литературы

Основная литература

1. Баздырев Г.И., Лошаков В.Г. и др. Земледелие / Под ред. А.И. Пупонина. – М.: Колос С, 2008. – 567 с.

2. Основные проблемы современного земледелия при освоении ресурсосберегающих технологий: учебное пособие /С.Н. Бурахта, В.Е. Одинокоев, М.Н. Панасов и др. /ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2010. – 100 с.

Дополнительная литература

1. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М. Колос, 1996. – 367с.

2. Кроветто К.Л. Прямой посев /К.Л. Кроветто. – Самара: ООО «Элайт», 2010. – 206 с.

3. Орлова Л.В. Организационно-экономические основы и эффективность сберегающего земледелия / Л.В. Орлова. – Самара: ООО «Элайт», 2009. – 204 с.

Лекция 3

Основные положения для перехода к сберегающему земледелию

3.1 Подготовительный период для перехода к мелиоративному земледелию

Переход на ресурсосберегающие технологии необходимо осуществлять последовательно и планомерно в переходный период (3-5 лет), в течение которого постепенно проявляются преимущества сберегающего земледелия. В этот период происходят положительные изменения биологических, агрохимических, агрофизических и других свойств почвы, начинается повышаться продуктивность культур.

Перед переходом на сберегающие технологии необходимо провести ряд организационных и агротехнических мероприятий.

1) При проектировании ресурсосберегающей системы земледелия для конкретных хозяйств необходимо осуществить объективную оценку территорий на основе картографических материалов, отражающих ландшафтную дифференциацию условий земледелия. (На основе геоинформационных систем ГИС)

2) Для управления различными пространственными данными и изображениями необходимо программное обеспечение, возможно использование таких программных комплексов как «FieldManager» «AgroView» «SSTools».

3) Установление спутниковой навигационной системы GPS.

4) Картирование полей – это позволяет уточнить площади и структуру сельскохозяйственных угодий; при этом созданные карты полей используются при дальнейших работах непосредственно на поле и при проведения анализа (с помощью GPS-прибора).

5) На основе плана полей создаются почвенные и агрохимические карты, базы данных о сорняках, заболеваниях растений, вредителей, планов урожайности различных участков полей.

6) При построении топографических карт полей при помощи навигационного приемника глобальной системы позиционирования (GPS) и соответствующего программного обеспечения поле разбивают на клетки, определяются места взятия почвенных образцов. При помощи автоматического пробоотборника производится отбор

почв и их анализ – при помощи мобильной лаборатории. Эти данные используются для составления карты плодородия. (Пробоотборник Frizmeier)

3.2 Переход на ресурсосберегающие технологии

7) После подготовительного периода следует последовательно и планомерно в течение 5 летнего периода осуществлять переход на ресурсосберегающие технологии. Для этого необходимо осуществить выравнивание поверхности полей и разрушение плужной подошвы глубокорыхлителями, чизельными плугами.

8) Составить севооборот, включая в него культуры, повышающие почвенное плодородие (многолетние травы, рапс, горчица, бобовые растения, постепенно, исключая чистые пары).

В условиях Ю-В лучший предшественник для озимых культур это чистый пар. Паровое поле, теряет на испарение примерно такое же количество влаги, которое поступает за лето в почву в виде осадков. При этом весенний запас сохраняется до посева озимых культур. На чистых парах гарантируется высокий урожай озимых даже в засушливые годы. С увеличением засухи эффективность парового поля возрастает. Это подтвердил засушливый 2010 год. На хорошо обработанных парах было получено 15-20 ц/га озимой пшеницы. По плохим парам и по непаровым предшественникам 5-10 ц/га или посева списывались.

В 2010 засушливом году по плохо обработанным чистым парам многие хозяйства не смогли получить всходов озимых культур, а многие не стали сеять озимые культуры.

Для получения гарантированных всходов озимых культур необходим определенный запас влаги в верхнем слое почвы (табл.2)

Таблица 2.- Основные критерии получения всходов озимых культур

Продуктивная влага в слое 0-20 см, мм	Время появления полных всходов, дни
30 и более	7-10
Более 15	12-15
Менее 15	20-30
Менее 10	нет

9) Подобрать сорта адаптированные к ресурсосберегающим технологиям и местным климатическим условиям, устойчивым к болезням.

10) Подобрать состав техники.

11) Подготовка кадров для работы с новой техникой.

Вопросы самоконтроля

1. Подготовительный период для перехода к экологическому земледелию.
2. Система севооборотов повышающих плодородие почвы.
3. Классификация севооборотов применяемых в технологиях сберегающего земледелия.
4. Сорта, адаптированные к ресурсосберегающим технологиям и местным климатическим условиям.

Список литературы

Основная литература

1. Баздырев Г.И., Лошаков В.Г. и др. Земледелие / Под ред. А.И. Пупониной. – М.: Колос С, 2008. – 567 с.

2. Основные проблемы современного земледелия при освоении ресурсосберегающих технологий: учебное пособие /С.Н. Буряхта, В.Е. Одинокоев, М.Н. Панасов и др. /ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов,2010. – 100 с.

Дополнительная литература

1. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М. Колос, 1996. – 367с.
2. Кроветто К.Л. Прямой посев /К.Л. Кроветто. – Самара: ООО «Элайт», 2010. – 206 с.
3. Орлова Л.В. Организационно-экономические основы и эффективность сберегающего земледелия / Л.В. Орлова. – Самара: ООО «Элайт», 2009. – 204 с.

Лекция 4

Ресурсосберегающая технология возделывания с.-х. культур

4.1 Менеджмент соломы

Работа с растительными остатками должна начинаться во время уборки. В системе сберегающего земледелия уборка зерновых культур должна осуществляться с измельчением соломы. Использование измельчителя соломы, который равномерно распределяет растительные остатки на поверхности поля:

Измельченная солома решает следующие агротехнические задачи:

1. способствует качественной минимальной обработке с созданием мульчи;
2. повышает противозероэрозийную устойчивость поверхности поля;
3. увеличивает влагообеспеченность почвы и способствует сохранению влаги за счет уменьшения испарения;
4. способствует повышению эффективного и потенциального плодородия почвы.
5. систематическое внесение измельченной соломы приводит к сохранению и накоплению гумуса, (одна тонна соответствует поступлению 350 кг гумусового вещества).
6. повышает биологическую активность почвы
7. улучшает агрофизические свойства почвы,
8. усиливает процессы фиксации молекулярного азота и способствует снижению потерь азота из почвы.

При внесении соломы осенью максимальная численность целлюлозоразлагающих бактерий наблюдается в сентябре и октябре. Поэтому первичные процессы разложения растительного вещества протекают до посева яровых культур и отрицательное действие его как вещества с широким отношением углерода к азоту не проявляется. (В посевах озимых осенью вносят азот для микроорганизмов).

9. солома содержит многие элементы питания (табл.3)

Таблица 3.- Содержание элементов питания в соломе, %

Вид соломы	Сухое вещество	Органическое вещество	В сырой массе					C/N (N=1)
			азот	фосфор	калий	кальций	магний	
Пшеничная	87,8	82	0,67	0,07	0,98	0,33	0,12	80-90
Ржаная	85,9	82	0,43	0,07	0,52	0,33	0,05	100-110

Ячмен-ная	89,5	82	0,50	0,18	1,12	0,30	0,08	70-80
Овсяная	56,4	80	0,65	0,11	1,12	0,41	0,11	80-90
Горохо-вая	91,5	80	1,40	0,24	1,68	1,23	0,32	20-25

По данным СибНИИСХ, с 1 т/га соломы зерновых культур в почву поступает 810 кг/га органического вещества, 5-14 кг/га азота, 0,7-2,4 кг/га – фосфора, 10-17 кг/га - калия, 3-12 кг/га - кальция, 0,8-3 кг/га - магния, а также значительное количество микроэлементов (в частности 41 г/га марганца).

Как видно из таблицы во всех видах соломы широкое отношение углерода к азоту (C/N). В прямой зависимости от соотношения C/N находится скорость разложения соломы. Чем это соотношение уже, тем быстрее разложится солома.

При соотношении между углеродом и азотом, превышающим 30, происходит иммобилизация азота. Когда соотношение C/N находится в пределах 20-30 устанавливается равновесие между азотом, потребляемым при разложении пожнивных остатков и минерализованным вследствие деятельности микроорганизмов. Если соотношение C/N ниже 20, то происходит минерализация азота, то есть высвобождение элемента происходит быстрее, чем иммобилизация.

10. Солома одновременно улучшает воздушное питание растений так как при ее разложении образуется углекислый газ (до 25% от общей массы).

Солому в севообороте можно вносить после зерновых под пар или любую культуру. Необходимо иметь в виду, что первый год внесения может наблюдаться ухудшение азотного питания растений из-за связывания его минеральных форм целлюлозоразлагающими микроорганизмами. Поэтому следует компенсировать потери азота использованием дополнительных 10-12 кг на га азотных минеральных удобрений (из расчета 10 кг азота на тонну соломы).

4.2 Почвозащитная обработка почвы

При переходе технологии минимальной и нулевой обработки почвы для обеспечения качественного посева очень важно в первые 2-3 года выравнивать поля. Для выравнивания полей и сглаживания свальных и развальных борозд, оставленных плугом осенью, после уборки предшественника проводится обработка культиватором Smaragd или Pegasus (ЗАО «Евротехника») на глубину 8-10 см, а также дисковыми боронами.

В последующие годы обработка проводится на глубину, не превышающую глубину заделки семян (5-6 см), или совсем не производится в случае варианта с прямым посевом.

Залежные земли, на которых в течение нескольких лет не проводилась обработка почвы и образовался бурьянный тип растительности, готовят под освоение сберегающих технологий следующим образом: 1) проводят уничтожение сорняковой растительности с помощью скашивания и измельчения, применения гербицидов или дискового лущения* 2) затем применяют двукратную обработку культиватором Smaragd или дисковой бороной Catros вначале на глубину 10-12 см, затем на глубину 8-10 см.

Особые методы перехода на систему сберегающего земледелия должны применяться после выращивания на полях многолетних трав. В этом случае после уборки для борьбы с сорняками проводится двукратное дискование, например, дисковой бороной Amazone Catros, не позднее, чем за 20 дней до посева следующей в севообороте культуры вносится гербицид сплошного действия (раундап), затем проводится культивация. Подобный метод позволяет успешно внедрять сберегающие технологии в травопольных севооборотах.

4.3 Посев в системе сберегающего земледелия

Посев в системе сберегающего земледелия производится двумя способами: по минимальной обработке почвы – мульчированный посев и по нулевой обработке – прямой посев в стерню.

Современная посевная техника равномерно заделывает семена на уплотненное увлажненное семенное ложе, что способствует увеличению полевой всхожести семян. В связи с этим не рекомендуется завышать норму высева семян и проводить их слишком глубокую заделку. Оптимальная глубина заделки семян составляет не более 3-4 см.

В технологии сберегающего земледелия посев проводится стерневыми сеялками или сеялками для прямого посева, данные сеялки культивируют, сеют и прикатывают почву непосредственно в рядке с семенами

Прикатывание почвы непосредственно в рядке имеет ряд преимуществ:

1. Создаются условия для быстрых и равномерных всходов.
2. Не требуется дополнительной обработки по прикатыванию почвы.
3. Уплотненные полосы обеспечивают подтягивание влаги непосредственно в посевном рядке.
4. Рыхлая почва около рядков хорошо впитывает дождевую воду и накапливает ее.
5. Благодаря рыхлой почве около рядков происходит дальнейший газообмен, что позволяет корням дышать.

В сберегающих технологиях для восстановления органического вещества используют сидераты.

Зеленое удобрение влияет на биологическую активность почвы, увеличивая ее в 1,5-2 раза, и способствует активизации почвенной микрофлоры, в первую очередь сапрофитной, среди которой много антагонистов- возбудителей болезней полевых культур, поражаемость зерновых культур корневыми гнилями снижается в 1,5-2 раза. При этом одновременно отмечается активизация почвенных ферментов – уреазы, протеназы, инвертазы, каталазы, с участием которых в почве происходит превращение углерода и азота и усиливаются обменные процессы в биологическом круговороте веществ.

Вопросы самоконтроля

1. Агротехнические задачи, которые решает измельченная солома.
2. Глубина обработки в сберегающем земледелии.
3. Обработка залежных земель с применением экологически безопасных технологий.
4. Обработка почвы после многолетних трав.
5. Посев в системе сберегающего земледелия.
6. Преимущества прикатывания почвы непосредственно в рядке сеялками для прямого посева.

Список литературы

Основная литература

1. Баздырев Г.И., Лошаков В.Г. и др. Земледелие / Под ред. А.И. Пупониной. – М.: Колос С, 2008. – 567 с.
2. Основные проблемы современного земледелия при освоении ресурсосберегающих технологий: учебное пособие /С.Н. Бурахта, В.Е. Одиноков, М.Н. Панасов и др. /ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2010. – 100 с.

Дополнительная литература

1. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М. Колос, 1996. – 367с.
2. Кроветто К.Л. Прямой посев /К.Л. Кроветто. – Самара: ООО «Элайт», 2010. – 206 с.
3. Орлова Л.В. Организационно-экономические основы и эффективность сберегающего земледелия / Л.В. Орлова. – Самара: ООО «Элайт», 2009. – 204 с.

Лекция 5

Система обработки почвы на орошаемых землях

5.1 Основная обработка почвы в севообороте

Обработка почвы в условиях орошения играет важную роль в получении высоких урожаев сельскохозяйственных культур. С ее помощью достигается оптимальное воздействие на почву, растения и всю окружающую среду. Она создает основу экологических взаимосвязей в агрофитоценозе. Только обработка почвы решает целый комплекс задач, связанных с получением высоких урожаев на поливе.

Воздействием почвообрабатывающих орудий на почву можно целенаправленно регулировать водный и воздушный режимы, усиливать полезные микробиологические процессы для мобилизации элементов питания в доступном для растений состоянии. Только при правильном выборе приемов, орудий и глубины обработки создается оптимальное строение пахотного слоя (плотность, скважность, твердость, аэрация) для нормального развития корней растений и обеспечивается заделка пожнивных и корневых остатков и удобрений, нужная глубина заделки семян при посеве, защита посевов от сорняков, вредителей и болезней.

Главная задача механической обработки почвы при орошении состоит в быстром и значительном изменении строения пахотного слоя (отношения некапиллярных и капиллярных пор к твердой фазе почвы) путем улучшения агрофизических показателей (плотности, скважности, связности, агрегатности, водопроницаемости, влагоемкости и др.).

Эти показатели под воздействием поливной воды и особенно при дождевании ухудшаются и отрицательно сказываются на развитии орошаемых культур. Поэтому все процессы обработки почвы (крошение, рыхление, оборачивание, перемешивание, уплотнение, подрезание) при орошении имеют особое значение в улучшении агрофизических свойств пашни в зависимости от решаемой задачи.

Любая система обработки в условиях орошения должна усиливать водопроницаемость почвы, с одной стороны, и максимально уменьшать испарение влаги с поверхности пашни - с другой. Признано, что наилучшее соотношение некапиллярной и капиллярной скважности при орошении равно 1. Здесь большое значение имеет сложение пахотного слоя, т.е. отношение твердой фазы к скважности. Оно должно равняться 0,66-0,96. Важное значение имеет плотность почвы.

Почвы в районах орошения отличаются малой водопропрочностью почвенной структуры, уплотненным горизонтом на глубине 25–50 см, тяжелым гранулометрическим составом.

Плотность пахотного слоя выщелоченного чернозема равна 1,17 г/см³, темно-каштановой почвы - 1,26; светло-каштановой – 1,28.

В связи с повышенной плотностью подпахотный слой отличается пониженной порозностью. На южном черноземе порозность подпахотного слоя обычно ниже на 13 %, на темно-каштановой почве - на 12 % и на светло-каштановой почве - на 18 %. Оптимальная для произрастания сельскохозяйственных культур плотность почвы колеблется от 1,1 до 1,30 г/см³.

Система обработки почвы – это совокупность способов и приемов основной, предпосевной и послепосевной обработок почвы, выполняемых в определенной взаимосвязанной последовательности, вытекающей из основных задач, обусловленных биологией возделываемых культур, их местом в севообороте и зональными почвенно-климатическими особенностями.

Система обработки почвы строится по-разному в зависимости от следующих факторов:

1. от биологии и технологии выращиваемой культуры
2. от предшественника
3. от засоренности
4. от климатических и почвенных условий
5. от экспозиции склона (от агроландшафта).

Сроки основной обработки определяются степенью и типом засоренности, температурой и влажностью почвы, предшественником, продолжительностью послеуборочного периода, возможностями хозяйства.

По срокам основная обработка бывает:

1. Зяблевая обработка – основная обработка почвы проводится в летне-осенний период под посев яровых культур в следующем году.

- а) Ранняя зябь (июль, август)
 - б) Поздняя зябь (сентябрь, октябрь, ноябрь).
2. Весенняя основная обработка (весновспашка).

Основная обработка почвы – это первая наиболее глубокая обработка, выполняемая после уборки предшествующей культуры определенным способом, самостоятельно или в сочетании с приемами поверхностной обработки для решения главных задач.

Обычно проводят одно лущение, но если поля засорены корневищными сорняками проводят два лущения дисковыми орудиями с разрывом во времени 10-12 дней.

При корнеотпрысковом типе засорения рекомендуется проводить два лущения с разрывом во времени 10-12 дней, первое – дисковыми орудиями, второе лемешными на 14-16 см.

После лущения проводят вспашку в сроки, определяемые по массовому появлению сорняков

В зависимости от глубины обработки вспашка бывает:

1. Мелкая (18-20-22 см) – проводится под пожнивными культурами, озимые по занятым парам, при весновспашке.
2. Обычная (23-25-27 см) – проводится под яровые зерновые культуры, однолетние травы, зернобобовые, овощи.
3. Глубокая (28-30-32 см) – проводится один раз в 3-4 года под черный пар, пропашные, многолетние травы, под парозанимающую культуру.

Обработка почвы после пропашных культур

После пропашных культур, уборка которых связана с рыхлением почвы (картофель, свекла, морковь) лущение не проводят, а сразу проводят один из приемов основной обработки.

После пропашных культур, которые оставляют много пожнивных корневых остатков (кукуруза, подсолнечник на силос, сорго, капуста) проводят двукратное

лущение или дискование во взаимно перпендикулярном направлении без разрыва во времени, первое на 6-8 см, второе на 8-10 см для лучшего измельчения и заделки этих пожнивных остатков.

После подсолнечника на семена, как правило основную обработку почвы с осени провести не успевают, поэтому обработку начинают весной с дискования почвы на 6-8 см. А глубина вспашки снижается до 18-22 см с обязательным боронованием.

Обработка почвы после многолетних трав

Многолетние травы имеют хорошую живучесть, поэтому главная задача обработки почвы после многолетних трав состоит в лишении жизнеспособности надземных и подземных их органов и создания условий для разложения органических остатков.

Для повышения качества обработки почвы и предотвращения отрастания многолетних трав перед вспашкой почву обрабатывают дисковыми орудиями в перекрестном направлении без разрыва во времени.

Вспашку желательнее проводить плугами с предплужниками на глубину 28-30-32 см

Для назначения срока основной обработки почвы после многолетних трав учитывают возможность получения большей урожайности зеленой массы трав и последующих культур. Так как поздняя зябь дает возможность получить еще один укос многолетних трав, а ранняя повышает урожай последующей культуры.

Пласт многолетних трав под яровые культуры в условиях Ю-В рекомендуют поднимать в первой половине сентября (как правило после второго укоса).

Пласт из многолетних бобовых трав лучше пахать чуть позже, а из под злаковых – раньше т.к. они разлагаются медленнее, чем бобовые.

5.2 Предпосевная обработка и подготовка почвы под посев озимых и промежуточных культур

Система предпосевной обработки почвы под яровые культуры – это совокупность взаимосвязанных приемов обработки применяемых с первого дня весенних полевых работ до посева.

ПОП – начинается с покровного боронования в два следа поперек вспашки

Покровное боронование решает следующие задачи:

1. Сохранение влаги (По данным НИИСХ Ю-В, не заборонованная зябь теряет 40-120 м³/га, на создание 1 ц зерна пшеницы требуется примерно 100 м³/га)
2. Выравнивание поверхности поля после вспашки
3. Уничтожение проростков и всходов сорняков
4. Заделка удобрений и гербицидов

Под ранние культуры проводят одну предпосевную культивацию на глубину заделки семян, которая решает следующие задачи:

1. Уничтожение проростков сорняков,
2. Улучшение аэрации посевного слоя.
3. Создание твердого посевного ложа,
4. Способствует подтягиванию капиллярной влаги к посевному ложу,
5. Заделка удобрений и гербицидов,
6. Выравнивание поверхности поля.

Под поздние культуры проводят 2-3 предпосевных культивации, т.к. от покровного боронования и до посева культур остается больше времени и сорные растения успевают отрасти несколько раз.

Первую культивацию проводят на большую глубину (на глубину физической спелости) (10-12-14 см).

Чтобы спровоцировать к прорастанию большее количество семян сорняков при интенсивном нарастании высоких температур вслед за первой культивацией целесообразно почву прикатать.

Вторую культивацию проводят при появлении всходов сорняков и появлении почвенной корки на 8-10 см.

Последнюю культивацию всегда проводят на глубину заделки семян.

Под мелкосеменные культуры или культуры с мелкой глубиной посева (люцерна, клевер, просо, горчица, морковь, свекла) рекомендуется после предпосевной культивации на 5-6 см провести допосевное прикатывание.

Или проводят боронование в два следа сегментированными боронами

5.3 Уход за посевами

Послепосевная обработка должна обеспечивать:

1. благоприятные условия для прорастания семян культуры
2. дружные появления всходов культурных растений
3. уменьшение испарения влаги
4. уменьшение количества сорняков
5. увеличение микробиологической активности почвы

Послепосевную обработку делят на:

- а) Довсходовую (прикатывание, боронование до всходов)
- б) Послевсходовую (боронование по всходам, междурядные обработки).

Прикатывание – проводят одновременно с посевом или сразу после него

Основные задачи послепосевного прикатывания почвы

1. Уплотнение верхнего слоя
2. Крошение глыб
3. Частичное выравнивание поверхности поля
4. Улучшение контакта семян с почвой
5. Снижение диффузного испарения влаги
6. Для улучшения температурного режима
7. Для лучшего развития вторичной корневой системы злаков

Прикатывание не эффективно при высокой влажности почвы, т.к. образуется почвенная корка, которая затрудняет появление всходов культурных растений особенно тех, которые выносят семядоли.

Довсходовое боронование проводят через 5-7 дней после посева, т.е. при прорастании максимального количества семян сорняков.

Довсходовое боронование решает следующие задачи:

1. Уничтожение проростков сорняков
2. Разрушение почвенной корки для уменьшения испарения влаги
3. Улучшение аэрации
4. Активизация микробиологической активности

Послевсходовое боронование выполняет те же задачи, что и довсходовое боронование.

Посевы боронуют, когда культурные растения хорошо укоренятся (кукурузу в ф.3-5 листьев, подсолнечник в ф. 2-3 пар листьев, бобовые до образования усиков)

Боронование проводят поперек посева на небольшой скорости, когда растения немного подвянут.

Междурядные обработки решают те же задачи.

В засушливых условиях первое рыхление почвы в междурядьях проводят на 10-12 см, с защитной зоной 5-10 см, второе на 8-10 см, третье на 6-8 см с защитной зоной 10-15 см.

Вопросы самоконтроля

1. Задачи обработки почвы в условиях орошения
2. Понятие о системе обработки почвы
3. Какая бывает основная обработка по срокам проведения
4. Задачи вспашки
5. Основная обработка после пропашных культур и многолетних трав
6. Задачи покровного боронования
7. Задачи предпосевной культивации
8. Довсходовая обработка почвы
9. Послевсходовая обработка почвы

Список литературы

Основная литература

1. Баздырев Г.И., Лошаков В.Г. и др. Земледелие / Под ред. А.И. Пупониной. – М.: Колос С, 2008. – 567 с.

Дополнительная литература

1. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М. Колос, 1996. – 367с.
2. Лысогоров С.А., Ушкаренко В.А. Орошаемое земледелие /Учебник/. М., 1995. – 502 с.

Лекция 6

Фитосанитарный контроль в системе мелиоративного земледелия

6.1 Система мероприятий по борьбе с сорной растительностью в мелиоративном земледелии

Важно отметить, что поскольку агроценозы при использовании технологий сберегающего земледелия (особенно нулевой обработки) наиболее приближены к естественным, после нескольких лет практики данных технологий резких всплесков численности вредителей и серьезное поражение посевов сорняками и болезнями не наблюдаются.

Применение гербицидов при освоении ресурсосберегающих технологий является обязательным приемом, который позволяет снизить засоренность полей.

Наиболее эффективными в борьбе с сорняками в системе сберегающего земледелия являются гербициды сплошного действия на основе глифосата (ураган, форте раундап, глипер 2-8 л/га). Их применение является обязательным приемом в начале освоения минимальных технологий.

Глифосат содержащие препараты – универсальные гербициды. Во-первых, они впитываются листьями и переносятся по всему растению, в том числе и в глубоко

залегающую корневую систему, уничтожая сорняк. Во-вторых, они лишены почвенной активности и дезактивируются, вступая в контакт с почвой. В-третьих они относятся к числу относительно безопасных гербицидов. Непосредственно после их применения можно высевать любую культуру.

Наилучшие результаты при обработке глифосат-содержащими гербицидами достигаются на следующих этапах развития сорняков: осот – 10-30 см, вьюнок полевой – 10-30 см, однолетние – 10-20 см в высоту, пырей – 10-20 см в фазе 3-4 листьев.

Для снижения себестоимости обработки гербицидами целесообразно использовать баковые смеси гербицидов урагана форте и банвела (1,5 -2 л/га + 0,3-0,5 л/га) или раундапа и 2,4-Д в равной дозе (1,5 или 2 л/га + 2 л/га), если среди сорняков есть пырей ползучий, доза раундапа увеличивается до 3-4 л/га.

Системы сберегающей обработки почвы будут успешны только в том случае, когда проблема засоренности полей многолетними сорняками, в особенности осотом и вьюнком полевым, будет устранена. Для этого гербициды сплошного действия и их смеси вносят по стерне зерновых поздним летом или ранней осенью. Это является самым важным этапом при внедрении технологий минимальной обработки почвы. Сорняки погибают через 5-12 дней – при теплой погоде быстрее, при холодной медленнее.

При внедрении No-Till изменяется видовой состав сорных растений. Это связано с тем, что при применении глифосат-содержащих гербицидов в осенний период уничтожаются многолетние сорные растения и яровые сорняки. Зимующая группа сорняков, которые прорастают после обработки гербицидами, получает преимущество и интенсивно развиваются. На поле с нулевой обработкой появляются новые виды сорняков, такие как: Жабник полевой; Икотник серый; Клоповник мусорный; Подмаренник цепкий; Смолевка обыкновенная; Хориспора нежная.

Поэтому некоторые агрономы, у которых на полях преобладают зимующие сорные растения, а не многолетние рекомендуют обрабатывать глифосатом весной – это уничтожает зимующие сорняки и они выступают в роли сидератов. (Или двукратно осенью и весной половинной дозой по 2-3 л/га).

Впервые годы внедрения ресурсосберегающих технологий необходимо внесение почвенных гербицидов или обработка гербицидами вегетирующих растений в определенную фазу развития.

При внесении под пропашные культуры почвенных гербицидов создается «гербицидный экран», для более эффективной его работы необходимо исключить рыхление почвы (боронование до всходов глубина 4-5 см, не позднее 5-6 дней после посева, скорость движения агрегата 5-6 км/ч, легкими или средними боронами поперек посева; боронование по всходам в фазу образования двух-трех пар листьев, глубина не более 4-5 см, скорость 4-5 км/ч в дневное время).

6.2 Защита с.-х. культур от бактериальных и грибных заболеваний при внедрении минимальных и нулевых технологий

С внедрением ресурсосберегающих технологий отмечено появление нового вредоносного объекта – фитопатогенной бактерии ***Pseudomonas syringae***, которая имеет следующие векторы поражения:

Абсолютная неустойчивость к засухе, даже небольшой

Абсолютная неустойчивость к низким температурам зимой и весенним возвратным заморозкам

Накапливание в растении белка АКВ+, продуцируемого бактерией, повышает температуру замерзания воды в растении с -9С до -2 - -4С, что делает растения очень чувствительными к весенним возвратным заморозкам.

Pseudomonas syringae – аэробная бактерия-возбудитель бактериальных корневых гнилей и бактериозов зерна и листа, обитающая в верхних слоях почвы. Бич системы

минимальной и нулевой обработки почвы. С конца 90-х годов XXI века активно вытесняет из биоценоза *Fusarium graminearum*-возбудителя корневых гнилей и фузариоза колоса по принципу паразит/гиперпаразит.

Ситуация в мире:

Аргентина – снижение урожая пшеницы (2008-2009гг.) с 15 до 9 млн тн – около 40% потери урожая (причина – бактериозы)

2010 г. Россия – около 40% потери урожая – списали на засуху

2010 г. Украина – около 40% потери урожая – списали на холодную зиму

Способы контроля бактериозов

- Препараты-антибиотики
- Тирамсодержащие препараты (для обработки семян)
- Микробные препараты на микробах-антагонистах и микробах-заместителях
- Микробные компосты с антипатогенной активностью широкого спектра действия
- Контроль инфекции путем разложения растительных остатков с помощью специальных микробных препаратов
- Изменение способов обработки почвы-чизелевание, как обязательный агроприем
- Контроль биохимических процессов в растениях с помощью некорневых подкормок элементами минерального питания (*Ps. syringae*)

Препарат-антидот

ПРЕПАРАТ-АНТИДОТиммуноиндуктор - СТИМИКС®

• Функция препарата – разблокирование остановленного белкового синтеза в растениях, отравленных сиринопепсином, выделяемого микробами-возбудителями базального бактериоза, усиление фотосинтеза.

- Получен путем управляемого микробного гидролиза
- В составе – свободные аминокислоты – не менее 30г/л (до 50г, по условиям заказчика)
- Органический кремний
- Соли гуминовых кислот 30 г/литр
- Живые микробные культуры
- Биологически активные вещества
- Норма – 1л/га, низкая цена препарата, препарат технологичен
- Аналоги по аминокислотам - Рейнкат, Аминокат (Ипания), Радифарм (Италия) и др.- очень высокая цена на рынке, в составе нет кремния и гумата, «мертвые препараты»).

Другой проблемой прямого посева это увеличение в почве проволочника (более 5 эк. на 1м кв).

Необходимо обрабатывать семена особенно пропашных культур

Вопросы самоконтроля

1. Применение гербицидов при освоении ресурсосберегающих технологий.
2. Система предпосевной обработки почвы в экологическом земледелии.
3. Уход за посевами при минимализации обработки почвы.
4. Внесение органических удобрений при применении минимальной и нулевой обработки.
5. Система химических и агротехнических мероприятий в борьбе с многолетними сорными растениями при минимализации обработки почвы.
6. Векторы поражения фитопатогенной бактерии *Pseudomonas syringae*.
7. Способы контроля бактериозов

Список литературы

Основная литература

1. Баздырев Г.И., Лошаков В.Г. и др. Земледелие / Под ред. А.И. Пупониной. – М.: Колос С, 2008. – 567 с.
2. Основные проблемы современного земледелия при освоении ресурсосберегающих технологий: учебное пособие / С.Н. Бурахта, В.Е. Одинокоев, М.Н. Панасов и др. / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2010. – 100 с.

Дополнительная литература

1. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М. Колос, 1996. – 367с.
2. Кроветто К.Л. Прямой посев / К.Л. Кроветто. – Самара: ООО «Элайт», 2010. – 206 с.
3. Орлова Л.В. Организационно-экономические основы и эффективность сберегающего земледелия / Л.В. Орлова. – Самара: ООО «Элайт», 2009. – 204 с.

Лекция 7

Влияние орошения на почвенные процессы и микроклимат

7.1 Водно-физические свойства и химический состав почвы

На водный режим почвы большое влияние оказывают ее водно-физические свойства.

Большой вклад в изучение водно-физических свойств почвы и водного режима внесли такие выдающиеся русские ученые, как А.Л. Измаильский, П.С. Коссович, В.Т. Ротмистров, Н.М. Тулайков, А.Л. Роде, И.А. Кузник, Н.Г. Воронин, С.И. Долгов, В.В. Дерягин, Н.А. Качинский, Ф.Е. Колесов, А.М. Бялый, М.Л. Багров, М.С. Григоров и др.

Из водно-физических свойств необходимо различать следующие.

Гигроскопичность – способность почвы поглощать влагу из воздуха, насыщенного парами воды.

Наибольшее количество воды, которое может поглотить почва из воздуха, называется максимальной гигроскопичностью.

Чем тоньше дисперсия почвенных гранулометрических частиц, чем больше гумуса, больше содержание поглощенных катионов в почве, тем выше максимальная гигроскопичность. На подзолах она составляет 2-3 %, на средних черноземах - 6-7 %, на тяжелых глинистых почвах - 11-13 % от массы сухой почвы. Это недоступная для растений влага.

Растения способны использовать влагу, превышающую в 1,5–2,0 раза максимальную гигроскопичность. Поэтому часто мертвый запас влаги в почве считают равным 1,5 максимальной гигроскопичности (1,5 max).

Свойство почвы удерживать воду называется водоудерживающей способностью, а наибольшее количество влаги, которое может удержать в себе почва длительное время в подвешенном состоянии после оттока гравитационной воды, называется наименьшей влагоемкостью (НВ). Наименьшая влагоемкость - наиболее постоянный показатель для

данного типа почв. Выражается в процентах от массы сухой почва, через нее выражают нижний предел предполивной влажности почвы при орошении.

Влажность разрыва капилляров равна, как правило, $\frac{2}{3}$ наименьшей влагоемкости, при этом прекращается передвижение влаги по капиллярам в зову корневого иссушения..

Если почва не заборонована, открыта с поверхности, то до начала сева ранних яровых на испарение теряется $\frac{1}{3}$ от количества влаги при наименьшей влагоемкости.

Благодаря влагоемкости почва может накапливать и длительно сохранять в себе запасы воды, которые могут использоваться растениями.

Влагоемкость почвы зависит от количества гумуса, гранулометрического состава (на глинах она выше, чем на песках), от коллоидного состава и т.д.

Если влагоемкость составляет 40-50 % от массы сухой почвы, то она относится к разряду наилучшей, если 30-40 -хорошей, 25–30 – удовлетворительной, менее 25 % для пахотного слоя тяжелых почв - неудовлетворительной.

Полная влагоемкость (ПВ) – количество воды, которое может вместить в себя почва при заполнении всех капиллярных и некапиллярных пор. Полная влагоемкость отмечается в почве при наличии гравитационной влаги.

Водопроницаемость – способность почвы пропускать через себя воду сверху вниз.

Для агрономической службы очень важно знать количество влаги, впитываемое почвой за первый час от начала впитывания. Если за первый час почва впитывает более 150 мм, то водопроницаемость считается хорошей. Если впитывается меньше 50 мм, то водопроницаемость считается слабой. От 50 до 150 мм за первый час впитывает почвы со средней водопроницаемостью.

Водопроницаемость зависит от гранулометрического состава почвы, содержания гумуса, ее структуры, сложения и строения пахотного слоя. Она изменяется обработкой почвы. На нее влияют посевы многолетних трав, известкование, внесение навоза.

Водоподъемная способность - свойство почвы поднимать воду снизу вверх по капиллярам. Она имеет важное значение для питания растений.

Водоподъемная способность почвы зависят от ее гранулометрического состава. Песок имеет небольшую водоподъемную способность - 0,5-1,0 м, глины - до 5-6 м. Это определяет критическую глубину залегания минерализованных грунтовых вод при орошении. На глинах она будет значительно больше, чем на песках. Небольшая критическая глубина залегания грунтовых вод на песках позволяет поливать культуры морской водой.

7.2 Водно-воздушный режим и биологическая активность почвы

Под воздушным режимом понимаются изменения количества и состава воздуха в почве за определенный период. Почвенный воздух — важнейшая составная часть почвы. Воздух в почве находится в разных состояниях: а) свободный, занимающий часть пор, свободных от воды; б) адсорбированный— на поверхности почвенных частиц; в) растворенный в почвенной воде. Для культурных растений воздух в почве имеет не меньшее значение, чем вода, так как он является источником кислорода для дыхания корней растений и аэробных микроорганизмов.

Состав почвенного воздуха значительно отличается от состава атмосферного воздуха. Если в атмосферном воздухе в среднем содержится в объемных процентах азота 79,01, кислорода 20,9% углекислоты 0,03%, то почвенный воздух содержит азота около 79, кислорода 20,3 и углекислоты 0,15—0,65%. Следовательно, углекислоты в почвенном воздухе в несколько раз больше, чем в атмосферном. Содержание углекислоты выше в верхних слоях почвы, где много корней и микроорганизмов. В почвенном воздухе паров воды всегда больше, чем в атмосфере. Относительная влажность его обычно около 100%.

Количество воздуха в почве, или ее аэрация, зависит от пористости и влажности почвы. Воздушный режим почвы тесно связан с ее водным режимом. При повышении

влажности почвы вода вытесняет из почвенных пор воздух. В связи с этим воздушный режим почвы непостоянен, он зависит от ее типа, культурного состояния и других условий. В супесчаной почве, где мало ила и много песчаной фракции, запас активной и недоступной воды относительно невелик, имеется большой объем свободных пор, не занятых водой. В суглинистой почве, в которой значительно больше ила и меньше песка, содержится много недоступной воды (мертвый запас), но и активный запас заметно выше, а аэрация ниже по сравнению с супесчаной почвой.

Аэрация (воздухоёмкость) зависит от способности почвы пропускать воздух (воздухопроницаемость). Воздухопроницаемость тем больше, чем структурнее почва. Она увеличивается при известковании кислых (подзолистых) почв и гипсовании щелочных (солонцеватых) почв, а также при внесении навоза и других органических соединений в почву. Хорошая воздухопроницаемость создается в почве при наличии в ней некапиллярной пористости до 10% объема почвы.

В нагретой почве аэрация несколько ухудшается, в охлажденной увеличивается. При повышении температуры днем почвенный воздух расширяется и, не помещаясь в объеме пор, частично выходит из почвы в атмосферу, а ночью, охлаждаясь, сжимается и открывает доступ атмосферному воздуху. Происходит как бы «дыхание почвы», сопровождающееся выделением в атмосферу CO_2 и поглощением O_2 .

При осадках и поливе воздух вытесняется водой, затем по мере испарения влаги и поглощения ее корнями растений воздух вновь начинает поступать в почву.

Ветер усиливает испарение и газообмен, особенно на полях, не занятых растениями или с редким стоянием растений. При понижении барометрического давления часть воздуха удаляется из почвы, при повышении давления, наоборот, поступает в почву. Большую роль в процессе газообмена играет диффузия газов, выравнивающая их концентрацию. Так как концентрация CO_2 в почвенном воздухе более высокая, чем в атмосфере, то она переходит в атмосферу, а O_2 , наоборот, из атмосферы в почву. Наибольший обмен газов почвенного воздуха наблюдается в поверхностных горизонтах почв. Этот обмен на глубину 20—30 см совершается за несколько часов.

Почвенная биота – живые организмы почвы, в 1 г почвы их содержится несколько миллиардов, а общая масса составляет до 20 т/га.

Почвенная биота занимает 5% флоры и фауны. В их состав входят:

- 40% - бактерии и актиномицеты
- 40% - грибы и водоросли
- 15% - беспозвоночные (дождевые черви)
- 5% - позвоночные

Роль почвенных микроорганизмов:

1. Разрушают отмершие остатки растений и животных.
2. Некоторые микроорганизмы фиксируют азот из воздуха
3. Перемешивают вещества по профилю.
4. Выделяют в процессе жизнедеятельности различные физиологические активные соединения способствующие переводу одних элементов в подвижную форму и наоборот закреплению других.
5. Способствуют оздоровлению почвы – некоторые микроорганизмы оказывают губительное действие на представителей фитопатогенной микрофлоры.
6. Очищают почву от ядохимикатов.

При орошении в условиях оптимальной влажности почвы активизируются микробиологические процессы, в частности процессы нитрификации. Особенно большое влияние поливы оказывают на деятельность клубеньковых бактерий, которые в засушливых районах почти не образуются на корнях бобовых растений.

С микробиологической деятельностью тесно связаны превращения органического вещества в почве. С одной, стороны, усиленная деятельность аэробных микроорганизмов в условиях умеренного орошения ускоряет разрушение органического вещества, в том числе гумуса. Это влечет за собой также и разрушение почвенной структуры. С другой стороны, в почве усиливается накопление органического вещества в связи с резким повышением урожая сельскохозяйственных культур и увеличением массы их корней, которые превращаются в перегнойные вещества, участвующие в создании прочной почвенной структуры. При благоприятных условиях второй процесс опережает первый.

7.3 Микроклимат поля

Микроклимат – это климат небольшой части территории, который формируется под влиянием рельефа местности, подстилающей поверхности и других факторов, определяющих своеобразие режима радиации, температуры почвы и воздуха, увлажнения и скорости ветра.

В условиях выраженного рельефа особенности микроклимата проявляются наиболее заметно. При ясной тихой погоде на полях со слабо развитой растительностью разность между температурами поверхности почвы на северном и южном склонах достигает 10 – 12⁰ С, в воздухе на высоте 20 см разность уменьшается до 3-5⁰С.

Фитоклимат – это климат, который создается в посевах, на фитоклимат оказывает влияние кроме перечисленных факторов еще структура посева, густота посева, способы посева.

Под сомкнутым пологом листьев температура воздуха в степной зоне в жаркий полдень на 4-5⁰С, а температура поверхности почвы на 15-25⁰С ниже, чем на не засеянном участке (чистый пар).

На микроклимат и фитоклимат заметное влияние оказывает орошение. Снижается температура воздуха и почвы, повышается влажность воздуха исключаются суховейные явления.

После поливов почва охлаждается, так как оросительная вода в летнее время имеет более низкую температуру, а также еще и потому, что при повышенном увлажнении тепло затрачивается на усиливающееся испарение. На Валуйской станции в среднем за 49 дней орошение снизило температуру на' поверхности почвы с 28,4 до 24,2°.

Увлажненная почва, имеющая более высокую теплоемкость, чем сухая, медленно нагревается днем и медленно охлаждается ночью. Это обеспечивает более плавный суточный ход температуры и позволяет применять орошение для борьбы с заморозками. В некоторых случаях, например для раннего полива риса, оросительную воду обогревают естественным путем в открытых водоемах.

В связи с понижением температуры почвы понижается и температура приземных слоев воздуха примерно на высоту 1,5 м от поверхности почвы, а иногда и более. В пределах этого слоя воздуха в большинстве случаев и развивается растение.

Вследствие повышения влажности почвы при орошении и усилении испарения с ее поверхности повышается и влажность приземных слоев воздуха, что ослабляет воздушную засуху, снижает транспирацию, предотвращает потерю растениями тургора. Степень повышения влажности воздуха зависит от частоты поливов и их способа. В наибольшей степени влажность воздуха повышается при дождевании.

Вопросы самоконтроля

1. Водно-физические свойства почвы
2. Состояние воздуха в почве
3. Состав воздуха почвы
4. Аэрации почвы
5. Почвенная биота
6. Понятие микроклимата и фитолимата

Список литературы

Основная литература

1. Баздырев Г.И., Лошаков В.Г. и др. Земледелие / Под ред. А.И. Пупониной. – М.: Колос С, 2008. – 567 с.

Дополнительная литература

1. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М. Колос, 1996. – 367с.
2. Лысогоров С.А., Ушкаренко В.А. Орошаемое земледелие /Учебник/. М., 1995. – 502 с.

Лекция 8

Режим орошения сельскохозяйственных культур

8.1 Оросительные и поливные нормы

Режим орошения - совокупность оросительных, поливных норм, числа и сроков поливов, применительно к каждой культуре и каждому району ее возделывания. К элементам режима орошения относятся следующие параметры.

Оросительная норма - количество воды, которое дается поливами в течение вегетации в дополнение к естественной влаге для получения запланированного урожая. Оросительная норма по культурам колеблется от 1500 до 4000-5000 м³ на гектар.

Поливная норма - количество воды, которое дается за один полив. Поливные нормы колеблются от 300 до 800 м³ /га.

Поливы делятся на увлажнительные (вегетационные, влагозарядковые, предпосевные, послепосевные, предпосадочные, послепосадочные и др.), регулирующие микроклимат (освежительные, противозаморозковые), специальные (провокационные, промывные, удобрительные, для внесения гербицидов и т.д.).

Влагозарядковый полив - полив в невегетационное время, с целью создания запасов влаги в глубоких горизонтах для использования ее растениями в течение вегетации. Влагозарядковые поливы проводятся под культуры с глубокопроникающей корневой системой нормой 700-1000 м³ /га. Под овощные культуры влагозарядка не проводится.

Количество поливов равно оросительной норме, деленной на поливную норму.

8.2 Контроль водного режима и методы назначения сроков поливов

Сроки поливов определяют следующими способами.

1. По влажности почвы. Еженедельно или один раз в пятидневку ведут наблюдения за влажностью почвы в течение вегетации. При снижении влажности почвы в расчетном слое до нижнего предполивного порога проводится полив. Зерновые культуры поливают при снижении влажности почвы в слое 0-70 см до 70-75 % НВ, кормовые культуры и многолетние травы - до 75-80 % НВ, овощные культуры - до 80 % НВ.

2. По климатическим показателям: по испаряемости, которую определяют по дефициту влажности воздуха (А.М. Ал-патъев); по испаряемости и сумме температур (М.А. Шаров); по испаряемости и температуре (Д.А. Штойко); по испаряемости, средней температуре и влажности воздуха (Н.Н. Иванов); по сумме температур по фазам развития и температурному коэффициенту (Г.К. Льгов), который представляет собой количество воды, расходуемое растением на 1 °С тепла. Для кукурузы Г.К. Льгов вывел величину температурного коэффициента, который колебался от 0,97 до 2,44 м³ на 1 °С.

3. По физиологическим показателям (концентрации клеточного сока, сосущей силе, осмотическому давлению). Зная пороговую концентрацию клеточного сока для нижнего предела обеспеченности растений влагой, по достижении его проводят поливы.

4. По критическим периодам развития. В отдельные фазы развития растения потребляют неодинаковое количество влаги из почвы. Периоды наибольшего потребления влаги растением называются критическими в отношении водопотребления. Например, кукуруза потребляет наибольшее количество влаги в фазу выбрасывания метелки (после появления 10-11 листьев) и в фазу роста початка, формирования налива зерна (после потемнения нитей початков).

Зная, критические фазы кукурузы, надо обязательно поливать ее посеы после появления 10-11-го листа (перед выбрасыванием метелки) и в фазу потемнения нитей початков (перед ростом початка и формированием зерна).

Визуальный способ определения сроков поливов по состоянию (тургору) растений, с одной стороны, и по состоянию почвы, с другой. Визуальный способ основан на видимом изменении окраски и тургорного состояния растений. Листья растений при хорошей водообеспеченности имеют светло-зеленую окраску, при недостатке влаги - серо-зеленый, пепельно-зеленый, темно-зеленый цвет.

Для визуального способа определения сроков поливов используют сигнальные растения. Это такие растения, которые проявляют признаки недостатка влаги (потеря тургора листьями) раньше чем основная культура. Судя по сигнальным растениям, дают полив основной культуры. Сигнальными растениями в посевах зерновых может быть гречиха, в кукурузе - подсолнечник.

Для определения сроков поливов по состоянию почвы используют метод С.В. Астапова. Определяется степень увлажнения почвы по формированию комочка почвы и по смачиванию фильтровальной бумаги. Пример рассмотрим на средне-суглинистой по гранулометрическому составу почве:

при 55-60 % НВ почва не формуется в шарик – срок полива упущен;

при 70-75 % НВ почва формируется в шарик, который при надавливании легко распадается; на фильтровальной бумаге влажного следа не остается – нужен полив;

при 80-85 % НВ почва формуется в прочный шарик, который не распадается при надавливании; на фильтровальной бумаге остается след влаги - срок полива близок;

при 90-95 % НВ почва хорошо скатывается в шарик, слегка липкий; фильтровальная бумага быстро промокает - полив не нужен.

8.3 Засоление и заболачивание почв

Плодородие орошаемых почв зависит от водно-солевого режима и степени их засоления и заболачивания.

Засоление почвы - это процесс снижения ее плодородия в связи с накоплением в ней вредных для растений легкорастворимых солей.

Заболачивание - это процесс подъема уровня грунтовых вод до пахотного горизонта, в результате которого нарушается водно-воздушный режим растений.

Снижение плодородия соленых почв проявляется в скоплении солей в растениях, ухудшении обмена веществ и поглощения питательных веществ, а также повышении концентрации почвенного раствора, что вызывает уменьшение поступления влаги в растения. Это явление называется физиологической засухой.

Засоление орошаемой почвы происходит в результате накопления катионов Mg^{2+} , Na^+ , Ca^{2+} и анионов SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} и HCO_3^- . По убывающей степени вредности для сельскохозяйственных культур соли располагаются в следующий ряд:

$MgCl_2$ - Na_2CO_3 - $NaHCO_3$ - $NaCl$ - $CaCl_2$ - $MgSO_4$ -- Na_2SO_4 - $CaCO_3$ - $CaSO_4$

Оценка засоления земель проводится по следующим показателям:

- 1) по степени засоления, или концентрации солей в почве;
- 2) по типу засоления, или качеству засоления с преобладанием определенных солей.

Для растений наиболее вреден содовый тип засоления. В Поволжье чаще встречается засоление почв хлоридами, сульфатами или смешанное.

По степени засоления метрового слоя почвы дана следующая классификация:

1. Незасоленная - содержание солей менее 0,2-0,25 % от массы почвы,
2. Слабозасоленная – содержание солей 0,25-0,4 %, снижение урожая на 10-20 %.
3. Средне засоленная - содержание солей 0,4-0,7 %, снижение урожая на 20-50 %.
4. Сильнозасоленная – содержание солей 0,7-1,2 %, снижение урожая на 50–80 %.
5. Солончаки – содержание солей более 1,2 %.

В зоне Поволжья нижние слои почвогрунтов бывают засолены до ввода орошения. Вторичное засоление в условиях орошения возможно в связи с перерасходом оросительной воды и подъемом грунтовых вод выше критической глубины и, следовательно, перемещением солей к поверхности почвы, а также в результате полива минерализованной водой и отложения солей в верхних слоях почвы.

8.4 Приемы улучшения мелиоративного состояния засоленных и заболоченных земель

При эксплуатации орошаемых земель применяются агротехнические и агромелиоративные приемы, которые предотвращают подъем грунтовых вод выше критической глубины, уменьшают испарение влаги с поверхности почвы и вызывают рассоление орошаемых земель. К важнейшим из них относятся:

1. Создание на поле мощного травостоя, что сокращает испарение с поверхности почвы и уменьшает капиллярный ток воды и миграцию солей в верхние слои почвы. Для этого эффективны посев многолетних трав и использование в севооборотах пожнивных и подсевных культур.

2. Периодическое применение глубокой вспашки и своевременное рыхление почвы после поливов, что нарушает капиллярный подъем воды и увеличивает внутрпочвенное испарение.

3. Капитальная и эксплуатационная планировка полей. Выравнивание поверхности почвы исключает скопление воды в микропонижениях, приводящее к поднятию уровня грунтовых вод, а в микроповышениях к восходящему току влаги, что ведет к ее испарению и пятнистому засолению почвы.

4. Внедрение влагосберегающей технологии возделывания и нормированного режима орошения сельскохозяйственных культур.

5. Восстановление плодородия засоленных и солонцеватых орошаемых земель химическим методом, направленным на вытеснение Na из ППК. В этом случае под зябь через каждые 3-4 года вносится гипс нормой 5-10 т/га или кислые отходы промышленности, содержащие серную, азотную или другие кислоты (лигнин, акрилат).

6. На тяжелых по механическому составу почвах применение горизонтального или вертикального дренажа, удаление солей из корнеобитаемого слоя почвы с помощью промывочных и опреснительных поливов.

Вопросы для самоконтроля

1. Оросительные нормы.
2. Поливные нормы.
3. Нормы влагозарядкового полива.
4. Определение сроков полива
5. Засоление почвы
6. Заболачивание почвы
7. Оценка засоления земель
8. Приемы улучшения мелиоративного состояния засоленных и заболоченных земель

Список литературы

Основная литература

1. Денисов Е.П. и др. Эффективное использование орошаемых земель в Поволжье. Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011. – 148 с.
2. Царев А.П. Орошаемое земледелие. (курс лекций).- Саратов, 2007.-255с.

Дополнительная литература

1. Воронин Н.Г. Орошаемое земледелие. М.: Агропромиздат, 1989. – 336 с.
2. Лысогоров С.А., Ушкаренко В.А. Орошаемое земледелие /Учебник/. М., 1995. – 502 с.

Лекция 9

Возделывание сельскохозяйственных культур при лиманном орошении

9.1 Типы лиманов и их водный режим

Лиманное орошение — наиболее экстенсивная форма орошения, возникшая в глубокой древности и приспособленная к использованию естественного режима водных источников. До настоящего времени лиманы — естественные понижения — орошаются затоплением главным образом водами местного стока в тех районах, где имеется достаточный снеговой покров. Однако разработанные в последнее время схемы лиманного орошения позволяют применять его в разнообразных условиях рельефа: на широких водораздельных пространствах, на пологих склонах, на приречных террасах, в долинах рек. Во всех случаях лиманное орошение представляет собой однократную весеннюю влагозарядку почвы.

Лиманное орошение не может обеспечить оптимальное водоснабжение культурных растений на протяжении всего периода их вегетации, чем и ограничивается возможность возделывания на лиманах некоторых сельскохозяйственных культур. Тем не менее на обширных пространствах сухих степей Юго-Востока, Заволжья, Казахстана, Западной Сибири, а также в некоторых районах Украины и Северного Кавказа, где в лучшем случае имеются пересыхающие летом реки или балки, а иногда только небольшие понижения, лиманное орошение является единственно возможным способом орошения.

В условиях сухих степей и полупустынь, где в естественных замкнутых понижениях снеговая вода весной стоит 3—8 недель и более, почва промачивается на 1—2 м, здесь лиманы используются как сенокосные угодья. Участки же, на которых вода стоит

1—2 недели и после оттаивания почвы быстро впитывается, распахивают и засевают зерновыми и кормовыми культурами. Следует отметить, что условия затопления замкнутых понижений в отдельные годы весьма различны, поэтому и урожаи зерна и сена резко колеблются.

По характеру своего образования лиманы делятся на две группы: естественные и искусственные лиманы.

Искусственные лиманы представляют собой более поздний и совершенный тип лиманного орошения, обеспечивающего оптимальные условия для повышения плодородия почв и развития как естественной кормовой растительности, так и культурных растений. На искусственных лиманах увлажнение почвы, глубину слоя воды и продолжительность ее стояния регулируют путем устройства ярусного орошения мелким слоем затопления. Для этого лиман разбивают на отдельные ярусы, на которых создается слой воды, соответствующий требуемой величине оросительной нормы.

Ярусные лиманы сооружают путем устройства примерно по горизонталям местности невысоких земляных валиков, расположенных так, чтобы вода, задержанная нижележащим валиком, покрывала всю площадь до вышележащего валика слоем требуемой глубины. Ярусно расположенные валики позволяют благодаря устройству специальных обходов вокруг их загнутых концов и водоспусков, после наполнения верхнего яруса перепускать воду в нижележащий ярус.

Такого рода конструктивные особенности ярусных лиманов с регулируемым затоплением обеспечивают в маловодные годы задержание воды на наиболее ценных и продуктивных участках лимана; в годы со средним стоком затопляют периферийные части лимана и верхние ярусы, а в годы со стоком выше среднего вода распределяется по всей площади лиманов, обеспечивая необходимое увлажнение активного слоя почвы.

Ярусные мелководные лиманы рассчитываются на удержание слоя воды в 25—30 см, который обеспечивает оросительную норму 2500—3000 куб. м на гектар, достаточную для увлажнения слоя почвы 1,5—2 м.

Мелководные лиманы обычно устраивают на степных склонах и широких лощинах, где талые воды могут быть удержаны простейшими земляными валами или же по окраинам больших глубоководных лиманов. Мелководные лиманы имеют большие преимущества перед глубоководными. На них легче производить весеннюю влагозарядку; для затопления их требуется меньше снеговой воды; почвенный покров их более однороден; поспевание почвы к посеву ранних культур одновременное.

Глубоководные лиманы устраивают на тех элементах рельефа, где весной проходит большой водный поток. Некоторые глубоководные лиманы сооружают многоярусными, что позволяет лучше регулировать продолжительность и глубину их затопления.

Глубоководные лиманы чаще всего устраивают на пойменных и надпойменных террасах степных рек, обычно занятых малоурожайными выродившимися естественными лугами. Этот вид лиманного орошения особенно широко распространен в сухой степи и в полупустынях Казахстана.

9.2 Состав культур и севообороты

Лиманы распахиваются и на них возделываются озимая рожь, яровая пшеница, ячмень, просо, овес, горчица, подсолнечник, конопля, бахчевые, картофель, горох, соя. В последнее время культивируют кукурузу на силос, сорго, а также люцерну на сено, главным образом желтую.

Различные сельскохозяйственные культуры неодинаково относятся к временному затоплению. Важное значение имеет не только продолжительность и глубина затопления, но и температура воды. По данным опытов Валуйской опытно-мелиоративной станции, озимая пшеница при затоплении холодной водой в пониженных местах не гибнет в течение 2—3 недель, но при температуре выше 11° вымокает через 3—4 дня. На юге Украины в рисовых севооборотах озимая пшеница также переносит затопление в течение 2—3 дней без заметного снижения урожая.

По данным Астраханской опытно-мелиоративной станции, растения кукурузы удовлетворительно выдерживают затопление слоем воды 5—17 см до 5 суток, сорго — до 7—11 суток, сои — до 5—7 суток. Горох и сахарная свекла погибали при затоплении на 3 суток. Картофель даже после 6 часов затопления погибает.

Посеянные в сухую почву семена сахарной свеклы и сорго переносят затопление слоем воды 15 см в течение 3—11 суток, семена сои — 3—5 суток, гороха не более 3 суток.

Многолетние травы переносят затопление холодной водой в марте значительно легче, чем теплой водой в мае. В том и другом случаях у злаковых трав обнаруживается более высокая устойчивость к затоплению (до 18 суток). Люцерна погибает полностью через 10—14 суток после затопления холодной водой. Случайное затопление люцерны сбросными водами летом на Валуйской станции приводило ее гибели.

При подборе культур для возделывания на лиманах всегда должно учитываться, что сроки посева здесь на 10—20, а иногда и на 30 дней позже, чем на неорошаемых участках. Поэтому некоторые культуры, например яровая пшеница, далеко не всегда дают хорошие урожаи из-за позднего посева после освобождения лимана из-под воды. Если в начале вегетации при обилии влаги в почве пшеница развивается хорошо, то ко времени налива зерна она уже испытывает острый недостаток влаги и резко снижает урожай. К тому же поздние посевы пшеницы часто повреждаются шведской мухой.

Многочисленными исследованиями и вековым производственным опытом доказано, что лиманное орошение является дешевым, доступным и эффективным способом повышения урожая сельскохозяйственных культур в 3—5 раз. В засушливых степных и полупустынных районах устройство лиманов не только обеспечивает накопление влаги в почве, но и способствует повышению ее плодородия.

Большое преимущество лиманного орошения состоит в автоматическом распределении воды на орошаемой площади, почти не требующем затрат ручного труда, что имеет важное значение.

9.3 Особенности агротехники возделывания сельскохозяйственных культур

Весеннее затопление почвы при лиманном орошении создает особые условия для обработки.

На участках лиманного орошения в целях борьбы с сорняками почву обрабатывают в конце лета или осенью проводят 1—2 лущения лемешными лущильниками, а затем пашут на глубину 28—30 см.

Поля или их части с неглубоким плодородным слоем пашут плугами с почвоуглубителями или плугами без отвалов. Вспаханная с осени почва лучше впитывает осадки и талые воды.

Весеннюю обработку почвы нужно проводить в несколько приемов, по мере освобождения поля от воды. Сначала освобождаются от воды верхние части полей, в последнюю очередь низинные. Чем большим слоем воды была покрыта почва и продолжительнее было затопление, тем больше она уплотняется. Сокращается и период спелости ее: иногда он длится всего один день. Если пропустить это время, то почва пересыхает и не поддается нормальной обработке (плохо крошится).

В верхних частях полей после освобождения от воды и наступления физической спелости почву обрабатывают культиватором на 8—10 см с одновременным боронованием. На иловатых падинах глубину культивации увеличивают до 10—12 см.

При сильном уплотнении, что бывает на бесструктурных солонцеватых почвах, может потребоваться мелкая весенняя перепашка. Ее проводят в сжатые сроки с одновременным боронованием.

В связи с тем что обработка почвы и посев на лиманах вследствие весеннего пребывания поля под водой задерживаются и выполняются при повышенных температурах, верхний слой почвы быстро иссушается. В этих условиях полезно проводить посев с одновременным прикатыванием. Благодаря этому увеличивается контакт семян с почвой, улучшается питание семян водой, в результате получают более ранние и густые всходы. В условиях Заволжья прикатывание посевов повышало урожай зерна яровой пшеницы на 2 ц, проса на 1 ц с гектара.

Предпосевная обработка почвы на лиманах должна быть дифференцированной в зависимости от типа почвы, продолжительности и глубины затопления, засоренности, погодных условий. Особенно важно не пропустить срок спелости почвы, который на лиманах бывает очень коротким, и не допустить потерь влаги из почвы, в результате чего образуется плотная корка, трудно поддающаяся рыхлению. Каждый день промедления с посевом влечет резкое снижение урожая. Кроме того, обработка почвы должна рассматриваться и как важнейшее средство борьбы с сорняками на лиманах, где происходит усиленное их размножение не только естественным путем, но и в результате переноса их семян с водосборной площади при паводке.

Основное удобрение (навоз, суперфосфат, гипс, зеленые удобрения) на лиманах вносят под зяблевую вспашку. Легкорастворимые минеральные удобрения вносят либо во время предпосевной обработки, либо при посеве. Применяются также и подкормки посевов. Дозы минеральных и органических удобрений на лиманах в связи с их большей

влагообеспеченностью применяют несколько повышенные по сравнению с неорошаемыми участками.

Особенности режима орошения на лиманах. Практикой доказано, что из всех разновидностей лиманного орошения наиболее рациональным является мелкоярусное орошение. Главное его преимущество состоит в том, что оно позволяет автоматически распределять воду, обеспечивает расчетное увлажнение почвы и высокую производительность труда поливальщика, достигающую 100—200 га за смену и более. Системы мелкоярусных лиманов могут быть построены на пологих склонах, лощинах, потяжинах, водораздельных участках, а также при мелиорации замкнутых понижений и естественных лиманов.

Вопросы для самоконтроля

1. При каком затоплении на лиманах выращивают многолетние травы и зерновые культуры
2. Как классифицируются лиманы в зависимости от их образования
3. Что собой представляют искусственные лиманы
4. Как реагируют сельскохозяйственные растения на затопление
5. Какие показатели учитываются при подборе культур для лиманов
6. Особенности агротехники при лиманном орошении

Список литературы

Основная литература

1. Денисов Е.П. и др. Эффективное использование орошаемых земель в Поволжье. Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011. – 148 с.
2. Царев А.П. Орошаемое земледелие. (курс лекций).- Саратов, 2007.-255с.

Дополнительная литература

1. Воронин Н.Г. Орошаемое земледелие. М.: Агропромиздат, 1989. – 336 с.
2. Лысогоров С.А., Ушкаренко В.А. Орошаемое земледелие /Учебник/. М., 1995. – 502 с.

Лекция 10

Мелиоративное земледелие на солонцовых почвах

10.1 Характеристика солонцовых почв

Природные процесс почвообразования протекают в почвенном профиле не фронтально, а локально и стадийно, особенно интенсивно по порам, трещинам и межагригатным поверхностям, которые в первую очередь изменяются микроморфологически и по вещественному составу. Постепенно, на зрелых стадиях развития профиля почвы, порода в ходе почвообразования преобразуется до отчетливой морфологической дифференциации.

Однако выделенные морфологически однородные генетические горизонты по существу являются чрезвычайно гетерогенными на мезо- и микроуровне организации. Они складываются из ориентированных в пространстве по строению и свойствам структурных отдельностей. Высокая степень солонцеватости почв обычно встречается на

парадах тяжелого гранулометрического состава, которые обладают низкой водопроницаемостью, что приводит к застою, испарению воды и накоплению солей. Кроме того, в легких почвах меньше капиллярное поднятие, емкость катионного обмена, накопление обменного натрия

Для солонцов характерна аккумуляция, высокая дисперсность и пептизируемость водой илистой фракции иллювиальных горизонтов, которые определяют их низкое плодородие.

По классификации выделяю три группы типов солонцов: автоморфные (грунтовые воды глубже 6 м), полугидроморфные (грунтовые воды на глубине 3 - 6 м), гидроморфные (грунтовые воды на глубине 1 - 3 м). На подтипы все типы солонцов делятся по стадиям развития солонцового профиля от солончака до незасоленной почвы: солонцы солончаковые, солонцы типичные, солонцы осолоделые, солонцы вторично-засоленные.

Роды в подтипах солонцов автоморфных выделяют по качеству образовавших их солей и по предшествующей истории развития. Родовые признаки сказываются главным образом на степени солонцеватости.

Виды выделяются по количественному учету развития солонцового профиля: а) по мощности надсолонцового горизонта: корковые (горизонт А менее 5 см), мелкие (горизонт А 5 - 10 см), средние (горизонт А от 10 до 18 см), глубокие (горизонт А более 18 см); б) по мощности солонцовой толщи: маломощные (А+В мене 30 см), мощные (А+В более 30 см); в) по степени солонцеватости: высокосолонцовые (обменного натрия более 40% емкости поглощения), среднесолонцовые (40-25%), слабосолонцовые (менее 25%), остаточные (менее 10%).

Для всех типов солонцовых почв саратовские ученые дают несколько иную классификацию:

1) по глубине залегания (верхней границе) выделений легкорастворимых солей: 0-30 см – солончаковые; 30-50 см – высокосолончаковые; 50-100 см – солончаковатые; 100-150 см – глубокосолончаковатые; 150-200 см – несолончаковатые;

2) по химизму (типу) засоления: содовые, смешанные, содово-хлоридно-сульфатные; нейтральные – сульфатно-хлоридные, хлоридно-сульфатные;

3) по глубине залегания карбонатов и гипса: высококарбонатные – выше 40 см; глубококарбонатные – ниже 40 см; высокогипсовые – выше 40 см; глубокогипсовые – ниже 40 см;

4) по мощности надсолонцового горизонта А: корковые (менее 5 см), мелкие (5-10 см), средние (10-18 см) и глубокие (более 18 см);

5) по содержанию натрия в горизонте В₁ (солонцовом): малонатриевые (до 10% от емкости обмена), средненатриевые (10-25%) и многонатриевые (более 25%).

Многие ученые в своих работах отмечают увеличение солонцеватости почвы связано с сельскохозяйственной деятельностью, что приводит к снижению запасов почвенного кальция

По данным ученых в почвах Ставрополя, за последние 15-20 лет произошли существенные потери кальция из ППК. Так, в пахотном горизонте черноземов обыкновенных содержание поглощенного кальция сократилось с 29,5 до 22,9 мг-экв/100 г, или на 22% почвы, черноземов типичных – на 13%, лугово-черноземных – на 22%.

В каштановых почвах за 50-60 лет использования отмечено снижение кальция на 10,2, а магния – на 20,1 мг-экв/100 г почвы при исходном содержании кальция – 36 мг-экв/100 г и магния – 23 мг-экв/100 г.

При декальцинировании почвы утрачивают свои водно-физические свойства, ухудшается их структура, ослабевают агрегатные водоустойчивые связи. Поэтому продуктивность солонцов по сравнению с зональными почвами, как правило, низкая – 1-3 ц/га сухой массы и не высокого кормового достоинства

Это обусловлено в основном наличием на некоторой глубине уплотненного горизонта и неблагоприятным составом почвенных растворов.

Обе причины являются следствием осолонцевания (насыщения поглощающего комплекса натрием), и взаимосвязаны между собой. Неблагоприятный состав почвенных растворов обусловлен наличием в них нормальной и двууглекислой соды, наиболее токсичных из всех легкорастворимых солей. Входящий в состав соды натрий отнимает у растений кальций, что приводит к их кальциевому голоданию и даже гибели. Угнетение растений на солонцах объясняется «физиологической солонцеватостью», которая включает высокую концентрацию почвенного раствора, недостатком в нем элементов питания, высокой щелочностью, и «физической солонцеватостью», которая обусловлена отрицательными водно-физическими, физическими и технологическими свойствами. Многие исследователи в своих работах отмечают, что основной причиной снижения продуктивности солонцовых почв это неблагоприятные водно-физические и химические свойства. Плотность солонцовых почв достигает 1,40-1,45 г/см³

Другие исследователи считают, что значительное количество натрия в обменном состоянии приводит к повышению пептизации почвенных коллоидов и набухаемости почвы – это резко снижает впитывание влаги в почву, возрастают непродуктивные потери влаги на сток и на физическое

Общая площадь солонцов на земном шаре составляет 77,7 млн.га, а в месте с солонцеватыми почвами 212,0 млн. га

Положительное изменение свойств солонцов, или биологическая трансформация, в естественных условиях протекает медленно. По данным А.П. Афанасьевой (1937), для превращения солонцов в чернозем требуется не менее 300 лет

Даже при наличии промывного режима солонцеватых почв очень медленно улучшаются водно-солевые свойства верхнего мертвого слоя почв. Поэтому для восстановления плодородия солонцовых почв необходимо применять мелиоративные мероприятия. Мелиорация солонцовых почв – составная часть мероприятий по борьбе с деградацией почвенного покрова, опустыниванием и засухой, повышению плодородия и продуктивности земель с комплексным почвенным покровом.

10.2 Агротехнические приемы восстановления солонцов

Солонцы, располагаясь в сельскохозяйственных угодьях отдельными пятнами и в комплексах с другими почвами, препятствуют осуществлению стандартных агротехнологий

Правильное применение мелиоративных мероприятий является одним из факторов повышения продуктивности солонцов. Успех мелиорации солонцов связывается с улучшением влагообеспеченности почв. Данные авторы считают, что выбор мелиоративных мероприятий на солонцах должен быть увязан с водно-физическими свойствами почвогрунтов и рельефными условиями почв, входящих в определенны комплекс.

Изменения водного, пищевого режимов, скорость рассоления и рассолонцевания солонцовых почв, характеризующих особенности протекания в них почвенно-мелиоративных процессов, находятся в тесной взаимосвязи от их водно-физических свойств, изучение их является первоочередным условием при выборе той или иной технологии основной обработки почв солонцового комплекса в мелиоративный период

Многие исследователи в своих работах отмечают, что при мелиорации солонцов и солонцеватых почв необходимо проводить глубокую мелиоративную вспашку. С увеличением глубины вспашки увеличивается водопроницаемость солонцеватых почв, увеличиваются запасы доступной для растений влаги, улучшаются водно-физические свойства солонцов и солонцеватых почв. При механическом воздействии глубокими мелиоративными обработками нарушается естественное сложение генетических горизонтов - солонцового и солевого. Химическое воздействие на почву достигается за

счет использования углекислого карбоната кальция и гипса сомой почвы, вовлекаемых в пахотный слой глубокой мелиоративной вспашкой

Мелиоративные обработки на 40 см способствуют образованию водопроочной структуры, по плантажу количество водопроочных агрегатов составляло 54,0-56,2%, по трехъярусной вспашке 46,8-51,8%, против 38,2-41,5% на контроле (отвальная вспашка на 25-27 см).

Мелиоративная вспашка трехъярусным плугом на глубину 40-42 см увеличивала водопроочаемость в несколько раз по сравнению с целиной. Данная обработка обеспечивала наибольшие запасы продуктивной влаги к началу весенних полевых работ, которые составляли в среднем в метровом слое 108,7-123,3 мм против 101,1- 107,0 при использовании обычных плугов.

В результате плантажной вспашки разрушается солонцовый горизонт , резко увеличивается водопроочаемость почв, и как следствие, происходит вынос легкорастворимых солей из верхних горизонтов

Применение мелиоративных обработок на каштановых солонцовых почвах снижало содержание обменного натрия с 15,8% до 12,2% по плантажной вспашке и до 13,5% по трехъярусной

На солонцовых почвах Южного Урала после трехъярусной вспашки на глубину 40 см рекомендуется проводить мелкую безотвальную обработку на глубину 10-12 см под первую, вторую и четвертую культуры после пара и глубокую безотвальную обработку на 25-27 см под третью, пятую культуры в семипольном севообороте

В условиях Западной Сибири лучшее восстановление плодородия солонцовых комплексов обеспечивает глубокое рыхление на пахотных землях плугом со стойками конструкции СИБИМЭ: повышается водопроочаемость (в 1,3-1,7 раза), обеспечивается лучшее накопление продуктивной влаги (25-40 мм в слое 0-100 см), создается условия для формирования более мощной корневой системы у растений (на 20-30%)

Ученые Южного Урала и Западной Сибири рекомендуют технологию, позволяющую повысить продуктивность солонцов в три-пять и более раз. Суть ее заключается в том, что верхний, богатый перегноем и корнями растений надсолонцовый горизонт рано весной обрабатывают фрезой в один-два следа или тяжелыми дисковыми боронами в три-четыре следа, а затем, обычно после посевной, когда солонцовый горизонт будет крошиться, а не мазаться, проводят глубокое, до 30-35 см безотвальное рыхление, способствующее проникновению в нижние горизонты влаги, воздуха и корней растений

Другие ученые рекомендуют обрабатывать солонцовые комплексы чизельным плугом-рыхлителем РН-4. Долотообразные рыхлители разрыхляют на глубину до 45 см глыбы солонцов без выноса их в плодородный слой, а также разрушают уплотненную подошву, образующуюся после многолетней вспашки. Это обеспечивает хорошую аэрацию и фильтрацию дождевых и талых вод, восстановление водно-воздушного режима и предотвращения и образования «солонцовых пятен». Крошение верхнего плодородного слоя и выравнивание поверхности поля выполняют дисковыми батареями и катками измельчителями .

10.3 Химические приемы восстановления солонцовых почв

К наиболее эффективному методу улучшения почв, создания в них оптимального кальциевого режима, увеличения отношения обменного кальция к магнию и натрию относится химическая мелиорация – периодическое внесение кальцийсодержащих мелиорантов Наиболее известным мелиорантом является гипс. Он зарекомендовал себя как дешевый, достаточно растворимый и безвредный для большинства сельскохозяйственных культур мелиорант. Кроме него можно использовать природные

кальцийсодержащие материалы (глиногипс, мел) и отходы промышленности (хлористый кальций, железный купорос, фосфогипс, дефека́т, серную кислоту и т.д.). Большинство из этих веществ должны соответствовать требованиям стандартов (Рекомендации технологии мелиорации..., 1989).

Самый распространенный химический мелиорант - это фосфогипс. Фосфогипс – многотоннажный отход при производстве суперфосфорной кислоты. Фосфогипс представляет собой кальциево-серно-фосфорное гидролитически нейтральное удобрение. Он может служить дополнительным источником обменного кальция в почве. Химический состав фосфогипса сложен и определяется составом сырья и технологией производства. Концентрация основных составляющих фосфогипса изменяется в следующих пределах: СаО 27-49%, SO₃ 32-57% P₂O₅ 0,5-3,7%, MgO 0,03 – 4,0%, Fe₂O₃ 0,05-3,0%, Al 0,1-1,0% В составе фосфогипса может быть от 0,3 до 1% фтористых соединений, что создает серьезную угрозу загрязнения этим элементом экологических систем.

Кроме перечисленных выше элементов в состав фосфогипса входит стронций, поэтому потенциально отход может служить источником загрязнения почвы, растений и пищи. Содержание стронция в фосфогипсе равно 16,3-20,8 мг/кг, весовое соотношение Са/Sr составляет 12-18.

При применении фосфогипса, в отличие от кальция, наблюдается устойчивое снижение содержания обменного магния в поверхностных горизонтах и его аккумуляция (относительно кальция) в нижележащих слоях. Это свидетельствует о повышении миграционной способности магния в результате гипсования почв

Многие исследователи отмечают положительное влияние гипссодержащих материалов на физические свойства почвы. Внесение фосфогипса улучшало структурное состояние солонцов. Водопрочность почвенных агрегатов в слое почвы 0-10 см в контроле составила 35,1%, 10-20 см – 24,4 и 20-30 см – 19,6%. В вариантах с гипсом она была выше: 45,6-57,1%; 45,5-52,7% и 22,0-31,7% .

В Ставропольском крае на солонцовых слитных черноземах внесение фосфогипса снижало плотность почвы до 1,2 г/см³, возрастала водопроницаемость и фильтрация (в 10 раз).

Внесение 10 т/га фосфогипса на обыкновенных черноземах способствовало повышению содержания кальция в ППК с 73% до 75% и снижению натрия с 8% до 5%, а также отмечено уменьшение плотности почвы с 1,39 т/м³ до 1,22 т/м³

При использовании фосфогипса при орошении процесс мезоморфологического перераспределения обменного Na⁺ ослабляется. Вмещающая масса горизонта A_п, насыщенная Са-мелиорантом, не содействует переходу в нее обменного Na⁺ из остаточных солонцовых структур. Кальций мелиорант, размещенный во вмещающей массе, предохраняет ее ППК от внедрения Na⁺, который в условиях орошения, после обменных реакций, по видимому, выносится в виде растворенных солей

Фосфогипс как химический мелиорант играет большую роль в изменении реакции среды.

Фосфогипс как серосодержащее удобрение оказывает положительное влияние на такие бобовые культура как люцерна, горох, вика а также на крестоцветные – рапс, капусту, брюкву. Зерновые культуры, и в первую очередь пшеница, также положительно отзываются на внесение фосфогипса. В растениях при недостатке серы накапливается небелковый азот и снижается отзывчивость на азотные удобрения.

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация солонцов
2. Декальцификация почвы
3. Мелеоративная обработка солонцов
4. Применение фосфогипса на солонцах
5. Влияние фосфогипса на физические свойства почвы

6. Использование фосфогипса при орошении

Список литературы

Основная литература

1. Денисов Е.П. и др. Эффективное использование орошаемых земель в Поволжье. Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011. – 148 с.
2. Царев А.П. Орошаемое земледелие. (курс лекций).- Саратов, 2007.-255с.

Дополнительная литература

1. Воронин Н.Г. Орошаемое земледелие. М.: Агропромиздат, 1989. – 336 с.
2. Лысогоров С.А., Ушкаренко В.А. Орошаемое земледелие /Учебник/. М., 1995. – 502 с.

Лекция 11

Фитомелиорация нарушенных земель

11.1 Влияние многолетних трав на водно-физические свойства почвы

Перспективный способ воспроизводства деградированных почв – фитомелиорация. При этом подходе используется природный потенциал растений, что позволяет улучшить плодородие почв при минимальных затратах, используя, в первую очередь, энергию солнца, которая усваивается в процессе фотосинтеза.

Фитомелиоранты позволяют приблизить агрофитоценоз к естественным (природным) экосистемам, что важно с природной точки зрения. Биологические особенности позволяют многолетним растениям осуществлять свою жизнедеятельность более продолжительное время, чем однолетние культуры, и за счет этого полнее использовать факторы окружающей среды.

Ценность многолетних трав определяется положительным воздействием их корневой массы на улучшение водно-физических свойств почвы. Фитомелиоранты оказывают влияние на плотность почвы посредством своей корневой системы, каждая тонна корней в почве снижает плотность в пахотном слое на $0,024 \text{ г/см}^3$, а в подпахотном – на $0,041 \text{ г/см}^3$. В пахотном слое интенсивно идет снижение плотности при массе корней более $3,8 \text{ т/га}$, а в подпахотном – уже при массе более $1,0 \text{ т/га}$.

Многолетние травы положительно влияют на разуплотнение верхнего пахотного горизонта светло-каштановых почв. Общая плотность слоения верхних горизонтов (0...20 см) светло-каштановых почв после возделывания многолетних трав находится в пределах $1,20...1,30 \text{ т/м}^3$.

Установлено, что наибольших значений на каштановых почвах коэффициент структурности достигает под многолетними травами на четвертый год жизни. Самый высокий показатель коэффициента структурности наблюдался под кострцом на третьем году жизни – $7,53$, или в $3,1$ раза выше, чем на контрольном варианте (ячмень).

Под многолетними травами плотность почвы снижалась с $1,26$ до $1,06 \text{ г/см}^3$ в пахотном слое и с $1,36$ до $1,12 \text{ г/см}^3$ – в подпахотном. При этом повышалась водопроницаемость черноземов с 112 до 153 мм/час .

При поступлении в почву 12 т/га корневой массы кострца плотность почвы уменьшилась на $7,1\%$. Удельное снижение плотности почвы от биомассы корней равнялось 15 на 1 т/га . При увеличении количества гумуса на $0,1\%$ плотность снижается в посевах люцерны на $0,013 \text{ г/см}^3$.

Благодаря стержневому строению корня люцерна «разрыхляла» почву на глубину до 30-50 см, обеспечивая биодренаж плужной подошвы. После отмирания корней в почве остаются «ходы», по которым в глубокие слои поступает влага и воздух, почва обогащается свежим органическим веществом, что способствует формированию водопрочной ее структуры.

Важная экологическая характеристика почвенных агрегатов – их водопрочность: почва с прочной структурой хорошо впитывает влагу и аэрируется, хорошо обрабатывается, не подвергается водной и ветровой эрозии. Экспериментальные данные показали, что наибольшая масса сухих корней при трехлетнем возделывании бобово-мятликовые смеси накапливалось 8,25–13,95 т/га, что увеличивало количество водопрочных агрегатов на 16,1–22,8%.

Многолетние травы улучшали структурность почвы: под многолетними бобовыми травами она повышалась до 63,7-68,8%, под злаковыми травами до 57,1-57,5%, на старопахотной почве – 52,2%.

Опыты, проведенные на Северо-Донецкой государственной селекционной станции, показали, что многолетние травы трехлетнего возраста на глубине 0–30 см образовывали от 77,8 до 81,9 % водопрочных агрегатов. Исследования проведенные в Заволжье на каштановых почвах показывают, что наибольшее увеличение содержания водопрочных агрегатов наблюдалось под кострцом, житняком и люцерной желтогибридной – в среднем на 19-21%.

По данным многих исследователей, многолетние травы способствуют созданию водопрочной структуры на самых различных типах почв. Однако продолжительность сохранения структурных агрегатов в большинстве случаев не превышает трех лет, после чего почва возвращается к тому же состоянию, в котором она была до посева трав.

В учении В.Р. Вильямса и его последователей утверждалось, что в поле после возделывания многолетних трав почва становится структурной на всю ротацию многопольного севооборота.

Многолетние травы также положительно влияют на фильтрационные свойства почвы. Так, коэффициент фильтрации под люцерной составил в пахотном слое 4,54, в подпахотном – 1,25, тогда как под тимофеевкой – соответственно 1,87 и 0,77, под ячменем – 1,04 и 0,29 .

11.2 Изменение содержания гумуса под многолетними травами

Содержание и запасы органического вещества в почвах традиционно служат основным критерием оценки почвенного плодородия, а в последние годы все больше рассматривается с точки зрения устойчивости почв, как компонента биосферы.

Как источник органического вещества многолетние травы незаменимы. Накопление и разложение органического вещества, оставляемого ими в почве, и высвобождение аккумулированных в них минеральных элементов питания существенно повышает плодородие почв).

Под влиянием фитомелиорантов содержание гумуса за четыре года в пахотном горизонте возросло под люцерной на 0,20%, под клевером – на 0,15% и под кострцом безостым – на 0,10%, а в подпахотном – на 0,12, 0,08 и 0,04% соответственно. Валовые запасы гумуса в пахотном горизонте в посевах люцерны увеличились на 5,7 т/га, в посевах клевера – на 4,3 т/га и в посевах кострца – на 2,8 т/га, в подпахотном горизонте – на 2,1; 1,4 и 0,7 т/га соответственно.

Выращивание многолетних трав при орошении в течение четырех лет в связи с большим до 50-60 т/га накоплением пожнивно-корневых остатков способствовало увеличению выхода гумуса и формированию его положительного баланса в среднем до 8-10 т/га и повышению содержания гумуса в темно-каштановой почве с 2,7 до 2,9 %.

Часть органических веществ, выделяемых живыми корнями (органические кислоты, аминокислоты, сахара, ферменты и многое другое), а также постоянно отмирающие корневые волоски, мелкие корни люцерны превращаются в активный гумус, обогащенный белками. За вегетационный период этих выделений достигает до 10% от веса растительной массы.

Проведенные наблюдения за агрохимическими свойствами почвы показали, что на третий год жизни люцерны содержание гумуса возросло на 0,18% по сравнению с первым годом жизни трав. Существенно изменялось содержание азота в почве. На третий год жизни люцерны содержание данного элемента возросло на 1,4 мг на 100 г почвы по сравнению с первым годом.

11.3 Агрохимические свойства почвы

Многолетние травы своей корневой системой могут препятствовать вымыванию кальция и магния. Проникая в подпочву и даже достигая материнской породы (особенно бобовые), способны возвращать эти элементы в непропорционально больших количествах обратно в поверхностные слои.

Под злаковым травостоем четвертого года жизни в подземной массе было накоплено 41–51 кг/га СаО, на черноземе выщелоченном после люцерны содержание в ППК кальция и магния увеличилось за четыре года на 4,59 мг-экв, а на фоне костреча безостого – лишь на 2,41 мг-экв/100 г почвы.

За 10 лет жизни козлятника сумма поглощенных оснований повысилась на 4,2 мг экв/100 г в пахотном (0-25 см) и на 3,1 мг экв/100 – в подпахотном (25-40 см) слоях почвы. Увеличение насыщенности ППК основаниями способствовало изменению кислотных свойств чернозема выщелоченного. Козлятник восточный как биологический мелиорант снижает величину обменной кислотности на 0,8 в пахотном и на 0,65 в подпахотном горизонтах. Гидролитическая кислотность, характеризующую суммарную кислотность почвы снизилась соответственно на 0,9 и 0,84 мг экв/100 г почвы.

После клевера, на дерново-подзолистых почвах, заметно снизилась гидролитическая кислотность (до 1,47 против 2,10 мг-экв/100 г почвы), изменилась обменная кислотность pH_{KCl} (6,03 против 5,80), возросла степень насыщенности почвы основаниями (86 против 79%).

Использование многолетних трав в качестве фитомелиорантов является единственным способом удаления вредных для культурных растений солей из почвы. Многолетние травы (люцерна, житняк, пырей) на слабозасоленной лугово-каштановой почве выносят из нее 214-273 кг/га водорастворимых солей. На орошаемой темно-каштановой почве содержание солей за четыре года выращивания многолетних трав уменьшилось с 0,23 до 0,18-0,19% от массы сухой почвы, то есть почвы от слабой степени засоления переходили в незасоленные и не солонцеватые

С урожаем 130 ц/га сена люцерна выносит из почвы, по отношению к общему количеству солей из слоя 0-60 см, хлора - 17,8%, натрия – 1,3%.

Люцерна в период вегетации своей мощной корневой системой выделяет в почву большое количество углекислоты, что ускоряет переход карбонатов в бикарбонаты. Тем самым снижая в почвенно-поглощающем комплексе содержание обменного натрия до 5% при исходном 15-25%. Это повышает количество обменного кальция который, по мнению способствует накоплению органического вещества и стабилизирует содержание перегноя.

Установлено, что возделывание многолетних бобовых трав приводит к увеличению емкости поглощения почв, свидетельствующее о возрастании гумуса. Более всего емкость поглощения почв увеличивалась в ризосфере козлятника восточного (на 17–30 %), люцерны (на 10–30 %), лядвенца рогатого (на 11 %).

Бобовые травы в симбиозе с клубеньковыми бактериями способны накапливать в почве до 300 кг/га и более биологически чистого азота, а благодаря органическим

выделениям корневой системы (щавелевая, лимонная, уксусная, янтарная, яблочная и др. кислоты) многие труднорастворимые фосфорные и кальциевые соединения почвы переводятся в подвижные и легкодоступные другим растениям соединения фосфора и кальция, которые перемещаются корневой системой из глубоких слоев почвы в верхние горизонты

Установлено, что в условиях Нижнего Поволжья за счет пожнивно-корневых остатков остается в почве под люцерной двухлетнего пользования до 76,1 кг/га азота, 17,0 кг/га фосфора и до 26,3 кг/га калия. Под эспарцетом соответственно: 80,3; 19,8 и 23,8 кг/га.

Вопросы для самоконтроля

1. Понятие о фитомелиорации
2. Влияние фитомелиорации на водно-физические свойства почвы
3. Влияние фитомелиорации на содержание гумуса
4. Влияние фитомелиорации на агрохимические свойства почвы
5. Удаление вредных солей при фитомелиорации

Список литературы

Основная литература

1. Денисов Е.П. и др. Эффективное использование орошаемых земель в Поволжье. Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011. – 148 с.
2. Царев А.П. Орошаемое земледелие. (курс лекций).- Саратов, 2007.-255с.

Дополнительная литература

1. Воронин Н.Г. Орошаемое земледелие. М.: Агропромиздат, 1989. – 336 с.
2. Лысогоров С.А., Ушкаренко В.А. Орошаемое земледелие /Учебник/. М., 1995

Лекция 12

Мелиоративное земледелие на нефтезагрязненных почвах

12.1 Биологические факторы восстановления плодородия почвы

Нефть и нефтепродукты относятся к наиболее распространенным загрязнителям биосферы. Проблема очистки окружающей среды от нефтяных загрязнений приобретает все большую остроту в связи с ограниченностью возможностей (а иногда и экологического вреда) применения для этих целей механических и физико-химических способов очистки.

В связи с этим в последнее время все больше внимание экологов привлекает биологический метод очистки от нефтяных загрязнений. Метод основан на применении микроорганизмов, способных использовать углеводороды нефти в качестве единственного источника углерода. Это дает возможность удалить нефть до фоновых значений при низких эксплуатационных затратах и простоте решения.

Основным технологическим подходом реализации задачи биорекультивации деградированных почв является биодополнение, включающее обработку места загрязнения специализированными штаммами микроорганизмов, способных утилизировать конкретные загрязнители, и биостимуляция, основанная на активизации биологической самоочищающей способности почв.

Ускорить очистку почв от нефтяных загрязнений микроорганизмами возможно в основном двумя способами: повышением метаболической активности естественной микрофлоры самой почвы или внесением специально подобранных активных нефтеокисляющих микроорганизмов (НОМ) в загрязненную почву. При этом необходима оптимизация воздушных, водно-физических и пищевых условий загрязненной почвы

В настоящее время в природе существует около 200 видов углеводородокисляющих микроорганизмов. Плотность таких бактерий составляет от 50 тыс. до 100 тыс. на 1 г садовой почвы и 3 тыс. на 1 мл проточной воды.

По региону Западной Сибири естественная деградация нефти составляет 8–11 %. Активизация нефтеокисляющей аборигенной микрофлоры увеличивала скорость деструкции в 7–11 раз.

Многие ученые рекомендуют применять бактериальные ассоциации, в отличие от отдельных штаммов, более успешно утилизируют нефть применяла препарат лестан, включающий в себя микробный компонент, ПАВ биологического происхождения и адсорбент. Степень очистки почвы через 35 суток достигла 89%, что превышало результаты контрольного варианта на 43%.

Внесение комплекса нефтеокисляющих биопрепаратов увеличило количество нефтеокисляющих микроорганизмов на 2 порядка до 10^6 кл/г почвы по сравнению с контрольным участком, после второй обработки – до 10^7 кл/г. За это время концентрация нефтезагрязнения на обработанном участке уменьшилось более чем в 50 раз, с 390 г/кг до 6,0 г/кг. Концентрация загрязнения на контрольном участке за это же время осталось практически без изменений, и составляла 360 г/кг.

Для ускорения очистки нефтезагрязненных почв применяют специальные биопрепараты.

Так при применении биопрепарата бациспектин происходили стабилизация микробного комплекса и снижение численности фитопатогенных форм микромицетов, что способствовало повышению плодородия нефтезагрязненной почвы.

Эффективность применения биопрепарата "Родер" для биомедиации почв и почвогрунтов как в лабораторных, так и в полевых условия, варьировало от 10 до 90 % в зависимости от начального уровня нефтяного загрязнения и климатических условий.

Снижение уровня загрязнения песчаного субстрата с использованием биопрепаратов достигал 53–79 % при загрязнении 13,6 г/кг и 40–55 % – при начальном загрязнении 43,7 г/кг.

При степени загрязнения окружающей среды до 10–15 % использования биопрепарата "Деворойл" позволяет снизить содержание компонента-загрязнителя в 2–2,5 раза за сезон. Биопрепараты способствуют активизации почвенной микрофлоры, выводу тяжелых металлов из почвы, улучшают азотное и фосфорное питание растений.

В лабораторных опытах показано, что биопрепарат Альбит, благодаря стимуляции естественной почвенной микрофлоры и роста растений, способен значительно снижать нефтяное загрязнение почв. Скорость разложения нефти в почве под действием Альбита увеличивается в среднем в 1,67-3,15 раза. В производственных опытах продемонстрировано, что Альбит совместно с высевом нефтетолерантных трав за один вегетационный сезон снижает нефтяное загрязнение почвы в 1,5-10,0 раза.

Одним из видов биологической рекультивации является фитомелиорация.

Посев в нефтезагрязненную почву люцерны и других бобовых культур, трав с разветвленной корневой системой способствует ускорению разложению углеводородов. Положительное воздействие посевов растений объясняется тем, что своей корневой

системой они способствуют улучшению газовой воздушной среды загрязненной почвы, обогащают почву азотом и биологически активными соединениями, выделяемыми корневой системой в процессе жизнедеятельности растений. Все это стимулирует рост микроорганизмов и соответственно интенсифицирует разложение нефти и нефтепродуктов. Показана также способность самих растений подвергать разложению различные классы нефтяных углеводородов

Исследования проведенные в условиях Азербайджана также показали, что посев в нефтезагрязненную почву после ее землевания бобовых (люцерна, горох) и злаковых (ячмень, сорго), посадка деревьев ниже слоя загрязнения (маслина, гранат, черешня, груша, виноград, персик, вишня) ускоряют процесс деградации нефти и, следовательно, являются приемлемыми приемами рекультивации.

Изучая развитие сельскохозяйственных культур в условиях нефтяного загрязнения отмечают, что наиболее устойчивой к нефтезагрязнению оказалась рожь. Лучшая ее всхожесть на пойменной и бурой почвах была при дозах нефти 2,5 и 5 л/м², а также на контроле. Осимая пшеница, высеваемая только на светло-каштановой солонцевой почвах, показала неудовлетворительные результаты по всхожести (10-65%) при дозах 5 и 10 л/м².

Использование противогрибковых препаратов может существенно интенсифицировать фитомелиоративный этап рекультивации нефтезагрязненных почв. Так, обработка нистатином и препаратом "Триходермин" повышала общую биомассу растений выросших на нефтезагрязненной почве, в 2–3 раза, а бактериальным препаратом "Агат-25 К" – в 6–11 раз, при этом обработка первыми двумя препаратами повышала выживаемость растений на нефтезагрязненной почве в 2–3 раза, а "Агат-25К" в 4–10 раз

12.2 Агротехнические факторы восстановления плодородия почвы

Многие ученые полагают, что деградация нефти и нефтепродуктов может быть существенно ускорена улучшением водного и теплового режимов. По сообщению зарубежных авторов оптимальные условия для разложения нефтесодержащих твердых отходов сточных вод нефтеперерабатывающей промышленности создаются в суглинистой почве при содержании влаги равной 18 % и температуре 30° С. Содержание влаги оказало более заметное влияние на скорость разложения нефти при температуре 10° С, чем при более высоких температурах. Скорость биодеградации нефтесодержащего осадка, как правило, удваивалась при повышении температуры от 10° С до 30° С и несколько уменьшалась при дальнейшем росте температуры до 40° С). Результаты исследований полученные в зоне лесостепи на суходольном и влажном лугах, показали, что при одной и той же нагрузке нефти (20 кг/м²) при более высоком уровне влажности процессы восстановления беспозвоночных на нефтезагрязненных почвах идут с большей скоростью.

Рыхление загрязненных почв, в первую очередь, увеличивает диффузию кислорода в почве в результате улетучивания легких фракций, обеспечивает разрыв поверхностных пор, насыщенных нефтью, но в то же время способствует равномерному распределению компонентов нефти и нефтепродуктов в почве и увеличению активной поверхности.

Только за счет интенсивных обработок к началу второго вегетационного периода удалось снизить содержание техногенного углерода в почве с 5% исходным уровнем загрязнения нефтью на 26%, с 10% на 38%. Важно, что за этот период испарились самые подвижные фракции углеводородов, обладающие прямым гербицидным действием на растения.

Двумя проходами агрегатом К-701 в агрегате с чизельным плугом ПН-4,5 при расстановке рабочих органов на 90 см провели рыхление почвы на глубину 48–50 см. Спустя три и семь дней рыхление почвы повторили. Это позволило существенно снизить содержание легких фракций нефтепродуктов в почве.

Для ускорения окисления и более эффективной работы препаратов разработанных на бурых углях, осуществляют 2–3-х кратную вспашку и культивация обработанных земель).

Проведение механической обработки способствует лучшему наращиванию биомассы растений в 1,2–1,4 раза и разложению нефти и нефтепродуктов в 1,4–1,6 раза.

В целях восстановления загрязненных нефтью земель предлагают убрать мазутно-смолистые вещества и смешать с загрязненной чистой почвой в соотношении 1:3. Примерно аналогичные рекомендации для лесохозяйственной рекультивации нефтезагрязненных земель Апшеронского полуострова дают Они утверждают, что на участках, где нефтезагрязненную почву смешивали с чистой почвой в соотношении 3:10, хорошую приживаемость (70–80 %) имели культуры кипариса, маслины, граната, особенно в вариантах, где применялись удобрения.

По технологии О.И. Иванова загрязненный грунт срезается с поверхности на нужную глубину и помещается в обычную бетономешалку, куда заливают раствор моющего средства "Сириус". После обработки очищенный грунт возвращается на прежнее место, при этом почва очищается на 98 %.

В Поволжском регионе для мелиорации слоя глубже 30 см проводят сдвижку пахотного горизонта, перемешанного с органическими удобрениями за пределы пятна. На поверхность вскрывшегося дна вносят 0,5 л/м² активного ила, 200 т/га навоза и 60 т измельченной соломы. Эти градиенты запахивают на глубину до 27–30 см. В сентябре почву послойно возвращают в исходное состояние, вначале слой почвы 30–60 см, затем 0–30 см.

Вопросы для самоконтроля

1. Биологический метод очистки от нефтяных загрязнений
2. Способы ускорения очистки почв от нефтяных загрязнений микроорганизмами
3. Роль биопрепаратов в очистки почв от нефтяных загрязнений
4. Фитомелиорация на нефтезагрязненных почвах
5. Роль улучшения водного, воздушного и теплового режимов почвы в восстановлении нефтезагрязненных почв
6. Особенности обработки почвы на нефтезагрязненных почвах

Список литературы

Основная литература

1. Денисов Е.П. и др. Эффективное использование орошаемых земель в Поволжье. Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011. – 148 с.
2. Царев А.П. Орошаемое земледелие. (курс лекций).- Саратов, 2007.-255с.

Дополнительная литература

1. Воронин Н.Г. Орошаемое земледелие. М.: Агропромиздат, 1989. – 336 с.
2. Лысогоров С.А., Ушкаренко В.А. Орошаемое земледелие /Учебник/. М., 1995

БИблиографический список

1. Баздырев Г.И., Лошаков В.Г. и др. Земледелие / Под ред. А.И. Пупонина. – М.: Колос С, 2008. – 567 с.
2. Воронин Н.Г. Орошаемое земледелие. М.: Агропромиздат, 1989. – 336 с
3. Денисов Е.П. и др. Эффективное использование орошаемых земель в Поволжье. Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011. – 148 с.
4. Денисов Е.П., Косолапов С.Н.; Четвериков Ф.П. и др. Повышение эффективности и устойчивости земледелия при производстве растениеводческой продукции. Саратов, 2008.-59с.
5. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М. Колос, 1996. – 367с.
6. Кроветто К.Л. Прямой посев /К.Л. Кроветто. – Самара: ООО «Элайт», 2010. – 206 с.
7. Кружилин А.С. Биологические особенности и продуктивность орошаемых культур. М., 1977. – 301 с.
8. Лысогоров С.А., Ушкаренко В.А. Орошаемое земледелие /Учебник/. М., 1995. – 502 с.
9. Орлова Л.В. Организационно-экономические основы и эффективность берегающего земледелия / Л.В. Орлова. – Самара: ООО «Элайт», 2009. – 204 с.
10. Основные проблемы современного земледелия при освоении ресурсосберегающих технологий: учебное пособие /С.Н. Бурахта, В.Е. Одиноков, М.Н. Панасов и др. /ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов,2010. – 100 с.
11. Царев А.П. Орошаемое земледелие. (курс лекций).- Саратов, 2007.-255с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
-----------------	----------

Лекция 1. Вводная лекция	4
1.1 Предмет и задачи курса мелиоративное земледелие	4
1.2 Климатические условия районов земледелия	4
1.3 Современное состояние и пути повышения эффективности использования мелиорируемых земель	5
1.4 Роль отечественных ученых в развитии основ мелиоративного земледелия	6
1.5 Законы земледелия и их проявление в условиях орошения	7
1.6 Особенности интенсивной системы земледелия и специализации севооборотов на орошаемых землях	8
Вопросы для самоконтроля	9
Список литературы	9
Лекция 2. Технологии в мелиоративном земледелии	9
2.1 Характеристика существующих способов основной обработки почвы	9
2.2 История развития технологий сберегающего земледелия	10
2.3 Положительные и отрицательные стороны минимальной и нулевой технологии	12
Вопросы для самоконтроля	14
Список литературы	14
Лекция 3. Основные положения для перехода к сберегающему земледелию	15
3.1 Подготовительный период для перехода к мелиоративному земледелию	15
3.2 Переход на ресурсосберегающие технологии	16
Вопросы для самоконтроля	16
Список литературы	16
Лекция 4. Ресурсосберегающая технология возделывания с.-х. культур	17
4.1 Менеджмент соломы	17
4.2 Почвозащитная обработка почвы	18
4.3 Посев в системе сберегающего земледелия	19
Вопросы для самоконтроля	19
Список литературы	19
Лекция 5. Система обработки почвы на орошаемых землях	20
5.1 Основная обработка почвы в севообороте	20
5.2 Предпосевная обработка и подготовка почвы под посев озимых и промежуточных культур	22
5.3 Уход за посевами при орошении	23
Вопросы для самоконтроля	24
Список литературы	24
Лекция 6. Фитосанитарный контроль в системе мелиоративного земледелия	24
6.1 Система мероприятий по борьбе с сорной растительностью в мелиоративном земледелии	24
6.2 Защита с.-х. культур от бактериальных и грибных заболеваний при внедрении минимальных и нулевых технологий	25
Вопросы для самоконтроля	26
Список литературы	27
Лекция 7. Влияние орошения на почвенные процессы и микроклимат	27
7.1 Водно-физические свойства и химический состав почвы	27

7.2 Водно-воздушный режим и биологическая активность почвы	28
7.3 Микроклимат поля	30
Вопросы для самоконтроля	31
Список литературы	31
Лекция 8. Режим орошения сельскохозяйственных культур	31
8.1 Оросительные и поливные нормы	31
8.2 Контроль водного режима и методы назначения сроков поливов	32
8.3 Засоление и заболачивание почв	32
8.4 Приемы улучшения мелиоративного состояния засоленных и заболоченных земель	33
Вопросы для самоконтроля	34
Список литературы	34
Лекция 9. Возделывание сельскохозяйственных культур при лиманном орошении	34
9.1 Типы лиманов и их водный режим	34
9.2 Состав культур и севообороты	36
9.3 Особенности агротехники возделывания сельскохозяйственных культур	37
Вопросы для самоконтроля	38
Список литературы	38
Лекция 10. Мелиоративное земледелие на солонцовых почвах	38
10.1 Характеристика солонцовых почв	38
10.2 Агротехнические приемы восстановления солонцов	40
10.3 Химические приемы восстановления солонцовых почв	41
Вопросы для самоконтроля	42
Список литературы	43
Лекция 11. Фитомелиорация нарушенных земель	43
11.1 Влияние многолетних трав на водно-физические свойства почвы	43
11.2 Изменение содержания гумуса под многолетними травами	44
11.3 Агрохимические свойства почвы	45
Вопросы для самоконтроля	46
Список литературы	46
Лекция 12. Мелиоративное земледелие на нефтезагрязненных землях	46
12.1 Биологические факторы восстановления плодородия почвы	46
12.1 Агротехнические факторы восстановления плодородия почвы	48
Вопросы для самоконтроля	49
Список литературы	49
Библиографический список	50
Содержание	51