

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова»

Кафедра растениеводства, селекции и генетики

Основы программирования урожайности полевых культур и их сортовой агротехники

КРАТКИЙ КУРС ЛЕКЦИЙ
для аспирантов
направления подготовки 35.06.01 «Сельское хозяйство»
профиля подготовки – Растениеводство

Саратов 2014

УДК
ББК
Р43

Рецензенты:

*Доктор с.-х. наук, профессор кафедры защиты растений и плодовоовощеводства
ФГБОУ ВПО Саратовский ГАУ Еськов И.Д.*

*Доктор с.-х. наук, профессор кафедры земледелия, мелиорации и агрохимии
ФГБОУ ВПО Саратовский ГАУ Денисов Е.П.*

Основы программирования урожайности полевых культур и их сортовой агротехники. Краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.01 «Сельское хозяйство» профиля подготовки – Растениеводство / В.Б. Нарушев // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» – Саратов, 2014. – 34 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Основы программирования урожайности полевых культур и их сортовой агротехники» составлен в соответствии с программой дисциплины и предназначен для аспирантов направления подготовки 35.06.01 «Сельское хозяйство» профиля подготовки – Растениеводство. Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным вопросам программирования урожайности полевых культур. Материал направлен на формирование у аспирантов знаний об основных методах и этапах программирования на применение этих знаний для анализа продуктивности полевых культур, ориентирован на повышение профессиональной компетенции будущих специалистов сельского хозяйства.

©Нарушев В.Б., Субботин А.Г., Морозов Е.В., 2014
© «Саратовский ГАУ», 2014

Лекция №1.

Целесообразность и надежность программирования урожайности полевых культур.

1. Факторы, определяющие рост, развитие растений, урожай и его качество. Контролируемые, регулируемые и управляемые процессы в формировании урожая.

Для нормального функционирования агроценозов полевых культур необходимо четыре основных жизненно важных фактора – свет, тепло, влага и питательные вещества. Каждый фактор имеет свои экологические оптимумы и пределы, позволяющие той или иной культуре проявить свою продуктивность, или, влияя отрицательно, снижает урожай до такого уровня, при котором еще возможно сельскохозяйственное производство.

Сельскохозяйственные растения произрастают в непрерывно изменяющихся условиях внешней среды - суточные и сезонные колебания освещения, температуры, влажности почвы и воздуха, а также колебания плодородия почвы и др. На огромной территории России выращиваемые растения попадают в разные почвенно-климатические условия, которые необходимо обязательно использовать для построения высокоэффективной дифференцированной агротехники сельскохозяйственных культур.

На рост, развитие растений, урожай и его качество влияет комплекс факторов внешней среды. Все факторы, определяющие рост, развитие растений, урожай и его качество условно разделены на нерегулируемые, частично регулируемые и регулируемые.

Нерегулируемые	Частично регулируемые	Регулируемые
Продолжительность безморозного периода	Распределение снега по полю	Культура
Продолжительность безморозного периода	Распределение снега по полю	Культура
Весенне-летний возврат заморозков	Влажность почвы	Сорт
Напряженность инсоляции по месяцам	Влажность воздуха в фитоценозе	Засоренность посева
Сумма активных температур	Водная и ветровая эрозии	Поражение растений болезнями
Скорость ветра	Гумусированность почвы	Повреждение вредителями
Относительная влажность воздуха (суховеи)	Реакция почвенного раствора	Обеспеченность элементами питания:
Сумма осадков	Емкость поглощения почвенно-поглощающего комплекса	азотом
Распределение осадков по месяцам	Микробиологическая активность почвы	фосфором
Интенсивность осадков	Уровень обеспеченности элементами питания	калием
Град		микроэлементами
Зимняя температура воздуха		рН почвы (известкование, гипсование)
Толщина снежного покрова и продолжительность, когда земля покрыта снегом		Аэрация почвы (основная, предпосевная обработка, уход)
Рельеф		
Гранулометрический состав почвы		

Из-за нерегулируемых факторов – важнейших показателей агроклиматических ресурсов потенциал продуктивности пашни потенциально, в 1,5-2,0 раза, ниже, чем в Западной Европе и Северной Америке.

Нерегулируемые факторы

Показатель	Россия	Западная Европа	Америка
Продолжительность безморозного периода	90-180	150-240	150-240
Сумма активных температур	1000-4000	2500-6000	2500-8000
Количество осадков, мм	250-600	900-1000	800-1000

Частично регулируемые факторы - те, которые в принципе можно регулировать, но регулирование осуществляется на малой площади из-за большой энергоемкости или низкой эффективности приема.

Третья группа факторов – управляемые факторы – это те, которые человек может регулировать на больших площадях. Главная задача агронома заключается в том, чтобы с помощью регулируемых факторов свести к минимуму негативное влияние нерегулируемых и частично регулируемых факторов на рост, развитие растений, урожай и его качество.

При этом ни один фактор не может быть заменен другим, по своему физиологическому действию все они имеют равное значение для жизни растения. Например, недостаточная освещенность не может быть заменена повышенной температурой, избыток калия не компенсирует недостаток фосфора. Это закон *физиологической равнозначности и незаменимости факторов*. Как следствие этого закона, рост, развитие растений, урожай и его качество ограничиваются фактором, находящимся в минимуме. Иногда это следствие интерпретируют как самостоятельный закон — *закон минимума*. Из закона равнозначности и незаменимости факторов вытекает еще одно очень важное следствие — все физиологические процессы в растении будут идти активно, генотип может реализовать свою потенциальную продуктивность, если параметры каждого фактора среды будут оптимальными. Избыток каждого фактора так же вреден, как и его недостаток. Например, избыток воды приводит к снижению аэрации почвы, и кислород становится ограничивающим фактором; избыток двухвалентного кальция выступает антагонистом катиона калия даже при повышенном содержании этого элемента в почве. Это следствие закона равнозначности и незаменимости факторов иногда формулируют как самостоятельный закон — *закон оптимума*.

2. Агроклиматические ресурсы и их оценка при подборе видового состава культур.

Анализ показывает, что агроклиматические (природные) ресурсы заметно изменяются по микрозонам Саратовской области и это необходимо учитывать при подборе видового состава возделываемых сельскохозяйственных культур.

Показатели природных ресурсов	Микрозоны						
	западная	центральная правобережная	северная правобережная	пригородная	северная левобережная	центральная левобережная	юго-восточная
Среднегодовая температура воздуха, °С	4,2–4,9	4,4–6,0	3,4–5,1	4,1–5,7	4,7–5,3	4,6–5,1	4,2–5,7
Дата перехода температуры воздуха через +10°С (период активной вегетации)	27.04 29.09	30.04 28.09	20.04 30.09	26.04 28.09	27.04 29.09	24.04 02.10	24.04 02.10
Продолжительность безморозного периода, в т.ч. с t выше +10°С, дней	140–150 145	134–165 148	127–156 143	140–160 145	145–165 150	140–150 153–156	145–155 150–162
Сумма температур, за период с температур. выше +10°С	2400–2800	2400–2800	2400–2600	2600–2800	2800–3000	2800–3000	2800–3000
Даты последних заморозков весной	08.05	10.05	14.05	11.05	05.05	05.05	05.05
Даты первых заморозков осенью	23.09	22.09	21.09	23.09	30.09	30.09	25.09
Годовая сумма осадков, мм	400–450	350–450	400–420	350–400	320–360	300–330	255–326
Сумма осадков за теплый период (апрель–октябрь)	250–310	250–310	250–295	225–265	180–203	190–217	160–200
Сумма осадков за период с	225–251	183–230	183–236	180–201	160–180	141–155	112–128

температурой выше +10°C							
Гидротермический коэффициент (ГТК)	0,8–0,9	07–0,8	07–0,8	06–0,7	0,6	0,5	0,4–0,5
Число дней с суховеями	13	14–25	15	21	22–27	25–28	27–36
Запас продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см на зяби к началу сева яровых культур, мм	150–175	125–165	140–160	120–150	125–150	100–125	70–90
Запас продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см к началу сева озимых культур, мм	110–130	90–100	100–120	800–900	90–100	60–80	40–60
Высота снежного покрова, см	26–50	20–40-	30–60	20–40	20–40	20–30	15–20

В соответствии с агроклиматическими (природными) ресурсами в *Западной правобережной микроразоне* (Аркадакский, Балашовский, Романовский, Ртищевский, Самойловский, Турковский районы) ученые рекомендуют делать ставку на выращивание озимой пшеницы, гречихи, гороха, кукурузы на зерно, сахарной свеклы, подсолнечника, горчицы, льна масличного, озимого и ярового рапса.

В *Центральной правобережной микроразоне* (Аткарский, Екатериновский, Калининский, Петровский районы) кроме озимой пшеницы, подсолнечника, горчицы, гречихи, рекомендуется расширять посевы кукурузы на зерно, чечевицы, льна масличного, озимого рыжика.

В *Северной правобережной микроразоне* (Базарно-Карабулакский, Балтайский, Вольский, Воскресенский, Новобурасский, Хвалынский районы) рекомендуется возделывать озимую пшеницу и тритикале, гречиху, горох и чечевицу, рапс и лен масличный, кормовые смеси.

В *Южной правобережной микроразоне* (Саратовский, Татищевский, Лысогорский, Красноармейский районы) рекомендуется увеличивать площади возделывания озимой пшеницы и озимой ржи, нута и чечевицы, сорго, льна масличного, сафлора и озимого рыжика, многолетних трав для повышения плодородия и улучшения структуры почвы.

Кроме того, в микроразонах Саратовского Правобережья от изучения необходимо активнее переходить к производственному возделыванию таких ценных и востребованных на товарном рынке культур, как - из озимых культур - озимый ячмень, озимую горчицу и озимую тургидную пшеницу; из яровых ранних культур – многорядный ячмень (наиболее востребован на рынке пивоварения), голозерный овес; из яровых поздних культур – сахарную кукурузу (востребована на продовольственном рынке); из зернобобовых культур – сою и фасоль кустовую на богаре (поддерживаются по госпрограмме), чечевицу красную (более засухоустойчива, чем обычная чечевица); из масличных культур – горчицу белую; из многолетних трав – козлятник восточный; из технических культур – кориандр и топинамбур. В западной и северной правобережной микроразонах необходимо активнее замещать чистый пар на площади занятого и сидерального пара.

В *Северной левобережной микроразоне* (Балаковский, Духовницкий, Ивантеевский, Марковский, Пугачевский районы) при сохранении оптимальной площади посева озимых культур рекомендуется увеличивать площади возделывания кукурузы на зерно, сорго, нута и чечевицы, сорго, льна масличного и озимого рыжика, кормовых смесей.

В *Центральной левобережной микроразоне* (Ершовский, Краснокутский, Краснопартизанский, Ровенский, Советский, Федоровский, Энгельсский районы) рекомендуется расширять посевы яровой пшеницы, особенно твердой, для получения высококачественного зерна, шире выращивать зерновую кукурузу и сою при орошении, сорго на зерно и корм, чину посевную и нут, лен масличный и сафлор.

В *Юго-Восточной левобережной микроразоне* (Перелюбский, Озинский, Дергачевский, Питерский, Новоузенский, Алгайский районы) также рекомендуется расширять посевы яровой пшеницы, выращивать зерновую кукурузу при регулярном орошении и на лиманах, сорго на зерно и корм, чину посевную и нут, лен масличный и сафлор.

В микроразонах Саратовского Левобережья необходимо дополнительно внедрять в производство из озимых культур – озимый рыжик; из крупяных культур – крупяное сорго; из зернобобовых культур – чечевицу красную (засухоустойчивее, чем обычная чечевица); из многолетних трав - лядвенец рогатый (более засухоустойчив, чем люцерна), а также более

качественные в кормовом отношении, чем суданская трава, и более засухоустойчивые однолетние кормовые растения – чумизу, пайзу и могар. В левобережных микрорайонах необходимо снижать площади посевов подсолнечника, активнее применять кулисные пары.

Литература

1. Земледелие в зоне каштановых почв Заволжья Саратовской области [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. П. Четвериков [и др.] ; ФГОУ ВПО СГАУ. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2010. - 100 с.
2. Инновационные технологии в агрономии: учебно-методическое пособие / В.Б. Нарушев. – Саратов : Изд-во «Саратовский источник», 2013. - 248 с.
3. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. – М.: 1989. – 317 с.
4. Практикум порастениеводству: учебное пособие / И. П. Таланов. - М. :КолосС, 2008. - 279 с. : ил.
5. Посыпанов, Г.С. Растениеводство. / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и [др.] / под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2007. – 520 с.
6. Технология производства продукции растениеводства / А.В. Сафонов, В.А. Федотов. – М.: КолосС, 2010. – 160 с.

Лекция №2.

Экспериментальные исследования по фотосинтетической продуктивности разных видов полевых культур.

1. Методические основы изучения фотосинтетической деятельности растений в посевах по А.Н. Ничипоровичу.

По словам К.А. Тимирязева свет это «каждый луч солнца, не уловленный зеленой поверхностью поля, луга или леса - богатство потерянное навсегда, за растрату которого более пресвященный потомок когда-нибудь осудит своего невежественного предка...».

После К.А. Тимирязева изучение фотосинтетической деятельности растений в посевах сельскохозяйственных культур были продолжены профессором А.А. Ничипоровичем.

Основой для важнейшей жизненной функции растений фотосинтеза является свет. Сущность фотосинтеза заключается в том, что под действием энергии солнечного луча, поглощаемой хлоропластами листьев и других зеленых органов растений, вода разлагается (фотолиз воды). При этом образуется свободный кислород, который выделяется в окружающий воздух, а водород, присоединяется к углероду углекислого газа, восстанавливает его, и в результате образуются органические вещества – углеводы, белки, витамины и др.

При оценке влияния светового фактора на рост, развитие и продуктивность растений учитывают два его параметра: интенсивность освещения и длину светового дня.

Интенсивность освещения. Листья растений поглощают в процессе фотосинтеза не весь световой поток, а фотосинтетически активную радиацию (ФАР) – фотосинтетически активные лучи с длиной волны 400-700 нм (нанометров). Именно эти лучи хорошо поглощаются зеленым пигментом хлоропластом – хлорофиллом и являются энергетической основой фотосинтеза. Однако современные растения используют лишь небольшую долю ФАР:

- производственные посевы большинства хозяйств России – до 1%ФАР;
- высокопродуктивные посевы НИИ и передовых хозяйств России – от 1 до 3%ФАР;
- посевы с рекордными урожаями – до 4-5%ФАР.

По приходу ФАР, пользуясь формулой А.А. Ничипоровича, рассчитывают *потенциальную урожайность (ПУ)*, т. е. урожайность, полученную в идеальных условиях

$$ПУ = \frac{R \times 10^8 \times K}{10^2 \times 4 \times 10^3 \times 10^2} = \text{ц/га}$$

где: $R \times 10^8$ – количество ФАР за вегетацию культуры в данной зоне, млрд. ккал/га;

K – запланированный коэффициент использования ФАР, %;

4×10^3 – количество энергии, выделяемое при сжигании 1 кг сухого вещества (калорийность урожая конкретной культуры), ккал;

10^2 – перевод из кг в ц.

Длина светового дня. По реакции на длину светового дня (фотопериодизм) полевые культуры делят на растения длинного и короткого дня. У растений длинного дня (пшеница, рожь, ячмень, овес, горох и др.) нормальное цветение, оплодотворение и созревание происходят при длинном дне (14-16 час – до 22 июня), а у растений короткого дня (просо, кукуруза, сорго, подсолнечник и др.) – при коротком дне (10-12 час – после 22 июня). У этих групп растений накопление и перемещение углеводов происходят по разному – у растений длинного дня они идут интенсивнее на длинном дне, главным образом в дневные часы, а у растений короткого дня – на умеренно коротком дне в ночные часы. Существуют и фотопериодически нейтральные растения (фасоль обыкновенная, нут, гречиха и др.)

2. Показатели фотосинтетической деятельности и продуктивности.

Формирование урожая полевых культур находится в тесной взаимосвязи с площадью листьев, так как только хорошо развитая листовая поверхность обеспечивает высокую фотосинтетическую деятельность посева и накопление наибольшего количества сухой надземной биомассы как отдельного растения, так и в расчете на единицу площади поля.

Динамика формирования площади листьев в полевых агрофитоценозах подчиняется определенной закономерности, характерной практически для всех сельскохозяйственных культур. После появления всходов площадь листьев в посевах медленно повышается, затем темпы нарастания заметно увеличиваются. К моменту прекращения образования боковых побегов у одних культур и завершения роста растений в высоту у других, площадь листьев достигает максимальной за вегетацию величины, а затем постепенно снижается в связи с пожелтением и отмиранием нижних листьев.

Площадь листьев различных сельскохозяйственных растений может сильно варьировать в течение вегетации в зависимости от условий тепло- и влагообеспечения, наличия элементов питания, видовых и сортовых особенностей, применяемых агротехнических приемов и т. д. В засушливых условиях максимальная площадь листьев очень часто составляет всего 5-10 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$, а при избыточном увлажнении и азотном питании она может увеличиваться до 60-70 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$. При этом, считается, что при индексе листовой поверхности 4-5, посев как оптическая фотосинтезирующая система работает в оптимальном режиме, поглощая наибольшее количество фотосинтетически активной радиации (ФАР), эффективно включая ее в процесс создания органического вещества, идущего на формирование урожая.

Листовая поверхность определялась по основным фазам развития сельскохозяйственных культур различными методами, из которых самыми распространенными являются методом измерения параметров листа и методом высечек.

Фотосинтетическая деятельность растений в посевах изучается по методике лаборатории фотосинтеза Института физиологии растений (А.А. Ничипорович, С.Н. Строганова, Н.П. Власова, 1961). Фотосинтетический потенциал (ФП) определяется как произведение среднего работающего ассимиляционного аппарата на время его функционирования (тыс. $\text{м}^2/\text{га} \cdot \text{сут}$). Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) определяется по уравнению предложенному L. Briggs, F. Kidd, C. West

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{1/2(S_1 + S_2)},$$

где, ЧПФ - чистая продуктивность фотосинтеза, $\text{г}/\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$;

B_1 и B_2 - величина сухой биомассы в начале и в конце учетного периода соответственно, $\text{т}/\text{га}$;

S_1 и S_2 - фотосинтезирующая поверхность посева в начале и конце учетного периода соответственно, тыс. $\text{м}^2/\text{га}$.

Таким образом, показатель чистой продуктивности фотосинтеза, как за весь вегетационный период, так и за отдельные его промежутки, находится путем деления урожая сухой биомассы на фотосинтетический потенциал.

Литература

1. Земледелие в зоне каштановых почв Заволжья Саратовской области [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. П. Четвериков [и др.] ; ФГОУ ВПО СГАУ. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2010. - 100 с.
2. Инновационные технологии в агрономии: учебно-методическое пособие / В.Б. Нарушев. – Саратов : Изд-во «Саратовский источник», 2013. - 248 с.
3. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. – М.: 1989. – 317 с.
4. Практикум порастениеводству: учебное пособие / И. П. Таланов. - М. :КолосС, 2008. - 279 с. : ил.
5. Посыпанов, Г.С. Растениеводство. / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и [др.] / под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2007. – 520 с.
6. Технология производства продукции растениеводства / А.В. Сафонов, В.А. Федотов. – М.: КолосС, 2010. – 160 с.

Лекция №3.

Биологические критерии системы удобрения полевых культур

1. Максимальное потребление и вынос элементов питания разными видами растений.

Потенциальная продуктивность растений может быть достигнута лишь при оптимальном обеспечении растений каждым элементом питания. Поскольку почвы центров происхождения видов существенно различаются по химическому составу, то сформировавшееся генотипы также предъявляют далеко не одинаковые требования к обеспеченности почвы доступными формами NPK, ее кислотности.

Культуры	РН _{сол.}
Люпин желтый, люцерна рогатый	4,5-5,8
Картофель	5,0-6,0
Рожь, овес	5,0-7,0
Лен, рис, гречиха, просо	5,5-6,5
Морковь	5,6-7,0
Пшеница, ячмень, кукуруза	6,0-7,0
Горох, бобы, вика, клевер	6,0-7,2
Свекла, подсолнечник	6,0-7,5
Соя, фасоль, донник	6,3-7,5
Люцерна, эспарцет	6,5-7,8

Чаще всего, рост, развитие растений, урожай и его качество ограничивается недостатком макроэлементов, азота, фосфора, калия.

Для различных видов и групп культур требования по обеспечению почв макроэлементами не одинаковы. Например, рожь, овес, картофель способны реализовать свою потенциальную продуктивность при средней обеспеченности фосфором и калием, тогда как пшеница, ячмень, кукуруза, горох, клевер (культуры кислых почв) и лишь только при высокой обеспеченности.

Обеспеченность	Обеспеченность почвы легкогидролизуемым азотом (мг/кг почвы) в зависимости от рН _{сол.} почвы		
	<5,0	5,0-6,0	>6,0
Очень низкая	50	40	40
Низкая	70	60	50
Средняя	70-100	60-80	60-70
Высокая	> 100	>80	>70

При разработке системы удобрений под отдельные культуры используются показатели выноса элементов питания с урожаем.

Вынос NPK полевыми культурами (В), кг/т (обобщенные данные)

Полевые культуры	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Соотношение N:P ₂ O ₅ :K ₂ O в урожае
Пшеница озимая	32,5	11,5	20,0	1:0,35:0,62
Пшеница яровая	42,7	12,4	20,5	1:0,29:0,48
Рожь озимая	31,0	13,7	26,0	1:0,44:0,84
Ячмень	25,0	10,9	17,5	1:0,44:0,70
Овес	29,5	13,1	25,8	1:0,45:0,88
Просо	33,0	10,2	32,6	1:0,31:0,99
Гречиха	30,0	15,1	39,1	1:0,50:1,30
Рис	28,0	13,0	34,0	1:0,46:1,21
Сорго	36,8	11,2	15,4	1:0,30:0,42
Кукуруза: зерно	30,3	10,2	31,3	1:0,34:1,03
зеленая масса	4,5	1,0	3,7	1:0,22:0,82
Горох	66,0	15,2	20,0	1:0,23:0,30
Соя	72,4	14,1	19,3	1:0,19:0,27
Вика: зерно	62,3	13,1	15,6	1:0,21:0,25
сено	22,7	6,2	10,0	1:0,16:0,26
Хлопчатник (волокно)	40,0	12,0	47,8	1:0,30:1,20
Лен: семена	80,0	40,0	70,0	1:0,50:0,88
соломка	12,2	7,2	17,2	1:0,20:0,47
Подсолнечник (семена)	60,0	26,0	186,0	1:0,43:3,10
Сахарная свекла	5,9	1,8	7,5	1:0,30:1,27
Кормовая свекла	4,0	1,3	4,6	1:0,33:1,15
Картофель	6,2	3,0	14,5	1:0,50:2,34
Люцерна (сено)	26,0	6,5	15,0	1:0,25:0,58
Эспарцет (сено)	25,0	4,6	13,0	1:0,18:0,52
Кострец безостый (сено)	22,0	6,4	17,6	1:0,29:0,80
Тимофеевка (сено)	15,5	7,0	20,4	1:0,45:1,32

**Коэффициенты использования NPK полевыми культурами
из почвы (K_п) (обобщенные данные)**

Полевые культуры	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пшеница озимая	0,20–0,35	0,05–0,10	0,08–0,15
Пшеница яровая	0,20–0,30	0,05–0,08	0,06–0,12
Рожь озимая	0,20–0,35	0,05–0,12	0,07–0,14
Ячмень	0,15–0,35	0,05–0,09	0,06–0,10
Овес	0,20–0,35	0,05–0,11	0,08–0,14
Просо	0,15–0,35	0,05–0,09	0,06–0,09
Гречиха	0,15–0,35	0,05–0,09	0,06–0,09
Рис	0,25–0,45	0,08–0,16	0,08–0,16
Сорго	0,15–0,40	0,06–0,13	0,07–0,15
Кукуруза: зерно	0,25–0,40	0,06–0,18	0,08–0,28
зеленая масса	0,20–0,40	0,06–0,18	0,08–0,28
Горох	0,30–0,55	0,09–0,16	0,06–0,17
Соя	0,30–0,45	0,09–0,14	0,06–0,12
Вика: зерно	0,25–0,40	0,06–0,10	0,05–0,11
сено	0,20–0,35	0,06–0,09	0,05–0,10
Хлопчатник (волокно)	0,35–0,45	0,07–0,12	0,06–0,16
Лен: семена	0,25–0,35	0,03–0,14	0,07–0,20
соломка	0,22–0,32	0,03–0,12	0,06–0,18
Подсолнечник (семена)	0,30–0,45	0,07–0,17	0,08–0,24
Сахарная свекла	0,25–0,50	0,06–0,15	0,07–0,40
Кормовая свекла	0,20–0,45	0,05–0,12	0,06–0,25
Картофель	0,20–0,35	0,07–0,12	0,09–0,40
Люцерна (сено)	0,35–0,70	0,07–0,20	0,08–0,25
Эспарцет (сено)	0,30–0,65	0,05–0,18	0,06–0,16
Кострец безостый (сено)	0,30–0,45	0,06–0,16	0,07–0,18
Тимофеевка (сено)	0,15–0,25	0,03–0,10	0,08–0,12

Расчет удобрений должен проводиться с учетом коэффициентов использования их из почвы и удобрений.

**Коэффициенты использования NPK минеральных удобрений (K_y)
полевыми культурами (обобщенные данные)**

Полевые культуры	N	P_2O_5	K_2O
Пшеница озимая	0,55–0,85	0,15–0,45	0,55–0,95
Пшеница яровая	0,45–0,75	0,15–0,35	0,55–0,85
Рожь озимая	0,55–0,80	0,25–0,40	0,65–0,80
Ячмень	0,60–0,75	0,20–0,40	0,60–0,70
Овес	0,60–0,80	0,25–0,35	0,65–0,85
Просо	0,55–0,75	0,25–0,40	0,65–0,85
Гречиха	0,50–0,70	0,30–0,45	0,70–0,90
Рис	0,60–0,85	0,25–0,30	0,75–0,90
Сорго	0,55–0,80	0,25–0,35	0,65–0,85
Кукуруза: зерно	0,65–0,85	0,25–0,45	0,75–0,95
зеленая масса	0,60–0,85	0,25–0,40	0,75–0,95
Горох	0,50–0,80	0,30–0,45	0,70–0,80
Соя	0,50–0,75	0,25–0,40	0,65–0,85
Вика: зерно	0,55–0,85	0,20–0,35	0,65–0,80
сено	0,50–0,75	0,20–0,30	0,60–0,75
Хлопчатник (волокно)	0,50–0,65	0,25–0,30	0,70–0,85
Лен: семена	0,55–0,70	0,15–0,35	0,65–0,85
соломка	0,55–0,65	0,15–0,30	0,65–0,80
Подсолнечник (семена)	0,55–0,75	0,25–0,35	0,65–0,95
Сахарная свекла	0,60–0,85	0,25–0,45	0,70–0,95
Кормовая свекла	0,65–0,90	0,30–0,45	0,80–0,95
Картофель	0,50–0,80	0,25–0,35	0,85–0,95
Люцерна (сено)	0,80–0,95	0,30–0,45	0,80–0,95
Эспарцет (сено)	0,75–0,90	0,30–0,40	0,75–0,90
Кострец безостый (сено)	0,75–0,95	0,30–0,45	0,80–0,85
Тимофеевка (сено)	0,80–0,90	0,25–0,35	0,75–0,85

2. Особенности питания зерновых бобовых культур и симбиоз азота.

Основной особенностью питания зернобобовых культур является фиксация азота воздуха благодаря симбиозу корней бобовых культур с клубеньковыми бактериями. При этом 75% азота, фиксированного из воздуха, используется растениями, а 25% остается в клубеньках. Поэтому в почве остается различное количество азота у разных бобовых культур. Но повышенное содержание в почве минерального азота значительно уменьшает азотфиксацию и поэтому внесение минеральных удобрений под бобовые культуры рекомендуется только на очень бедных азотом почвах.

Также установлено, что равновеликие урожаи зернобобовых культур требуют в 2–3 раза больше азота и в 1,5 раза больше фосфора, чем зерновые. Эти культуры отличаются более продолжительным периодом интенсивного поглощения элементов питания в сравнении с яровыми зерновыми. Важной их особенностью является способность поглощать труднодоступные формы фосфора. Большое влияние на фосфорный обмен оказывает калий. При достаточной обеспеченности почвы калием увеличивается использование даже малых доз фосфора. Зернобобовые много потребляют кальция.

Зернобобовые культуры довольно равномерно потребляют питательные вещества почвы и удобрений. Поступление азота и калия в растения заканчивается в период цветения, а фосфор потребляется вплоть до уборки. Очень часто рекомендуемым приемом является внесение под зернобобовые стартовых доз азота – 30–45 кг/га, т.к. фиксация азота начинается не с первого дня роста, а примерно через 3–4 недели. Эффективным фосфорным удобрением может являться фосфоритная мука. Для усиления азотфиксации семена бобовых культур обрабатывают бактериальным удобрением Ризоторфин (для каждой культуры свой штамм, из расчета 0,3–0,6 кг на гектарную норму семян) и молибденом. Очень эффективным удобрением является молибденизированный суперфосфат.

Литература

1. Земледелие в зоне каштановых почв Заволжья Саратовской области [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. П. Четвериков [и др.] ; ФГОУ ВПО СГАУ. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2010. - 100 с.
2. Инновационные технологии в агрономии: учебно-методическое пособие / В.Б. Нарушев. – Саратов : Изд-во «Саратовский источник», 2013. - 248 с.
3. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. – М.: 1989. – 317 с.
4. Практикум порастениеводству: учебное пособие / И. П. Таланов. - М. :КолосС, 2008. - 279 с. : ил.
5. Посыпанов, Г.С. Растениеводство. / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и [др.] / под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2007. – 520 с.
6. Технология производства продукции растениеводства / А.В. Сафонов, В.А. Федотов. – М.: КолосС, 2010. – 160 с.

Лекция №4.

Диапазон оптимальной влагообеспеченности полевых культур

1. Режим влагообеспеченности растений в течение вегетации.

Роль влаги в жизни растений огромна и многообразна. Она участвует в фотосинтезе, насыщает клетки и ткани, поддерживая их жизнедеятельность, доставляет элементы питания из почвы. Однако основная масса воды (90%) испаряется с поверхности растений для охлаждения тканей и поддержания тепловых условий, необходимых для жизни растений.

От режима влагообеспеченности растений во время их вегетации в решающей степени зависит урожайность сельскохозяйственных культур.

В течение вегетации растения испытывают различную потребность во влаге. При этом отмечают критические периоды – периоды наибольшей потребности во влаге.

Полевая культура	Кол-во воды для прорастания семян, % от массы семян (Н.А. Кузьмина)	Критический период по потребности во влаге
Сорго	25,0	Выметывание метелки – налив зерна
Просо	25,0	
Пшеница	45,6	Выход в трубку – колошение
Ячмень	48,2	
Овес	59,8	
Подсолнечник	60,0	Цветение – налив зерна
Кукуруза	75,0	Выметывание метелки – налив зерна
Чечевица	93,3	
Фасоль	104,5	Цветение – налив зерна
Горох	105,8	
Сахарная свекла	120,0	Формирование корнеплода

2. Нижний предел оптимальной влажности почвы и водный стресс, как причина снижения продуктивности полевых культур.

Для реализации потенциальной продуктивности растений влажность почвы в течение вегетации должна быть в диапазоне 60-100% ППВ (предельной полевой влагоемкости).

По мере испарения воды с поверхности почвы и использования ее вегетирующими растениями влажность пахотного слоя почвы постоянно снижается, и на определенном этапе единая водно-капиллярная система разрушается, капилляры почвы разрываются – это состояние почвы по влажности называют влажностью разрыва капилляров (ВРК). У большинства почв она наступает при снижении влажности до 60% ППВ, на легких слабогумусированных почвах – при 63-65%, а на связных и высокогумусированных – при 55-58% ППВ. Когда влажность почвы опускается ниже влажности разрыва капилляров, корневой волосок, на-

шедший обрывок капилляра, быстро высасывает из него воду и отмирает. Продолжительность функционирования корневого волоска сокращается с 10-15 до 3-4 суток или даже несколько часов. Растение вынуждено образовывать все новые и новые корневые волоски для поиска новых обрывков капилляров с водой. Длина одного корневого волоска в среднем составляет около 1 мм, у мятликовых культур – 1,5 мм. Общая длина корневых волосков одного растения достигает – 3-4 км, а у тыквы – 25 км. В посеве пшеницы на 1 га всасывающая поверхность корней составляет – 100 тыс. м. При недостатке влаги эта огромная всасывающая поверхность сменяется тем быстрее, чем глубже водный стресс.

При влажности почвы – 45-50% ППВ растение тургоресцентно и внешне не обнаруживает признаков водного стресса, однако большая часть фотоассимилятов идет на образование все новых мелких корешков и корневых колосков, уменьшается накопление надземной массы вегетативных и генеративных органов. При дальнейшем снижении влажности почвы до 35-25% ППВ накопление надземной массы почти прекращается, все ассимиляты направляются на рост мелких корней для поиска воды. Особенно большой ущерб наносит снижение влажности почвы ниже ВРК бобовым культурам, под которые не вносят азотные удобрения. На симбиотическую фиксацию азота воздуха растения затрачивают много углеводов. При низкой влажности почвы необходимость формирования мелких корешков отвлекает углеводы от клубеньков, и из-за недостатка энергии симбиотическая фиксация азота воздуха сначала снижается, а потом прекращается совсем. Начинается отмирание клубеньков. В результате бобовые растения испытывают не только водный стресс, но и острый недостаток азотного питания. После восстановления влажности почвы за счет осадков или орошения старые клубеньки не восстанавливаются, а по периферии корневой системы образуются новые мелкие клубеньки, фиксирующие азот. Однако растения в течение определенного периода, продолжительность которого зависит от длительности водного стресса, испытывают и водный, и азотный дефицит, из-за этого неизбежно снижается их продуктивность.

Культуры автотрофного типа питания азотом легче переносят временное снижение влажности почвы ниже ВРК, поскольку с восстановлением ее они сразу используют минеральные формы азота, внесенные в виде азотных удобрений.

Следовательно, для реализации потенциальной продуктивности растений влажность почвы в течение вегетации должна быть в диапазоне от 100% ППВ до влажности разрыва капилляров. ВРК является предполивным порогом влажности почвы.

Разные виды культурных растений по-разному переносят временный недостаток влаги. Это определяется степенью развития их корневой системы. Например, у злаковых культур большая общая длина корней одного растения и они могут переносить значительный недостаток влаги. У водных растений (рис) корневых волосков нет и они гибнут при отсутствии влаги. У бобовых культур отмечена видовая специфичность по отношению к недостатку влаги. Например, при периодическом снижении влажности почвы до 50% ППВ активный симбиотический потенциал (АСП) гороха составил 15% максимального значения, люпина желтого – 60, а эспарцета – 75%. Это объясняется тем, что корневые системы эспарцета и люпина желтого уходят глубже и способны поднимать воду из недоступных для других культур горизонтов. Избыточное увлажнение (свыше 100% ППВ) легче переносит симбиотический аппарат клевера гибридного и хуже – эспарцета. Для люцерны уровень грунтовых вод выше 1м отрицательно сказывается на величине и активности симбиотического аппарата.

Поскольку влажность – процесс динамичный, изменяющийся ежечасно, то, называя оптимальную влажность почвы для какой-то культуры, можно говорить только о диапазоне влажности или о предполивном пороге влажности.

Литература

1. Земледелие в зоне каштановых почв Заволжья Саратовской области [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. П. Четвериков [и др.] ; ФГОУ ВПО СГАУ. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2010. - 100 с.
2. Инновационные технологии в агрономии: учебно-методическое пособие / В.Б. Нарушев. – Саратов : Изд-во «Саратовский источник», 2013. - 248 с.

3. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. – М.: 1989. – 317 с.
4. Практикум порастениеводству: учебное пособие / И. П. Таланов. - М. :КолосС, 2008. - 279 с. : ил.
5. Посыпанов, Г.С. Растениеводство. / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и [др.] / под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2007. – 520 с.
6. Технология производства продукции растениеводства / А.В. Сафонов, В.А. Федотов. – М.: КолосС, 2010. – 160 с.

Лекция №5. Программирование урожайности полевых культур.

1. Принципы программирования.

Теоретической базой программирования выращивания сельскохозяйственных культур является ряд принципов программирования.

Агрометеорологический принцип программирования – это правильное использование климатических показателей для обоснования величины продуктивности посева, прогнозирования условий вегетационного периода, полегания растений, появления вредителей и болезней.

Агрофизические принципы программирования предусматривает оптимизацию физических и физико-химических свойств почвы (объемная масса, гранулометрический состав, удельное сопротивление, пористость, плотность, влагоёмкость, водопроницаемость, теплоёмкость и др.)

Биологические принципы программирования связаны с оптимизацией водного, воздушного, теплового и пищевого режимов почвы, с управлением факторами среды обитания в целях реализации потенциальной продуктивности современных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур.

Агрохимические принципы программирования урожайности предусматривает обоснование экономически и экологически оправданных доз удобрений для посева заданной продуктивности с учётом агрохимических показателей почв, выноса питательных веществ урожаем, коэффициента использования элементов питания из почвы и удобрений, получение продукции высокого качества при одновременном повышении плодородия почв.

Агротехнические принципы программирования – обоснования комплекса агротехнических приёмов по культурам (сортам и гибридам, дифференцированная обработка почвы, посева, ухода за растениями, уборка урожая и т.д.).

Программирование урожайности сельскохозяйственных культур по И.С. Шатилову – это разработка комплекса взаимосвязанных мероприятий, своевременное и качественное выполнение которых, обеспечивает получение расчетного урожая с известной вероятностью при одновременном повышении плодородия почвы и сохранении окружающей среды.

2. Определение величины урожая по климатическим факторам территории.

Программирование урожайности сельскохозяйственных культур по И.С. Шатилову – это разработка комплекса взаимосвязанных мероприятий, своевременное и качественное выполнение которых, обеспечивает получение расчетного урожая с известной вероятностью при одновременном повышении плодородия почвы и сохранении окружающей среды.

К числу эталонных урожаев относится *потенциальная урожайность (ПУ)*, т. е. урожайность, полученная в идеальных условиях. Ее рассчитывают по приходу ФАР, пользуясь формулой А.А. Ничипорovichа:

$$ПУ = \frac{R \times 10^8 \times K}{10^2 \times 4 \times 10^3 \times 10^2} = \text{-----} = \text{ц/га}$$

где: $R \times 10^8$ – количество ФАР за период вегетации культуры в данной зоне, млрд. ккал/га;

K – запланированный коэффициент использования ФАР, %;

4×10^3 – количество энергии, выделяемое при сжигании 1 кг сухого вещества (калорийность урожая конкретной культуры), ккал;
 10^2 – перевод из кг в ц.

Можно пользоваться формулой И.С. Шатилова:

$$ПУ = \frac{\sum Q_{\text{ФАР}} \times K_{\text{ФАР}}}{10^4 g} = \text{-----} = \text{ц/га}$$

где: $\sum Q_{\text{ФАР}}$ – суммарный приток ФАР, млрд. ккал/га;

$K_{\text{ФАР}}$ – коэффициент использования ФАР, %;

g – затраты энергии на образование (выделяемое при сжигании) единицы сухого вещества, ккал/кг.

Перевод урожая абсолютно сухой массы (биомассы) к величине урожая товарной продукции при стандартной влажности осуществляется по формуле:

$$ПУ_{\text{тов}} = \frac{ПУ \times 100}{(100 - v) \times a} = \text{-----} = \text{ц/га}$$

где: $ПУ_{\text{тов}}$ – урожайность зерна при стандартной влажности, ц/га;

v – стандартная влажность по ГОСТу, %;

a – сумма частей товарной и побочной продукции.

И наконец, можно воспользоваться другой формулой:

$$ПУ = 10^4 \times \eta \times K_{\text{хоз}} \times \frac{R}{q} = \text{-----} = \text{ц/га}$$

где: $ПУ$ – урожайность товарной продукции, ц/га;

η – КПД ФАР, %;

$K_{\text{хоз}}$ – отношение товарной продукции (зерно) к общей биомассе;

R – приход ФАР, ккал/см²;

q – калорийность основной продукции, ккал/кг.

Действительно возможная урожайность (ДВУ) – это урожайность, полученная при складывающихся погодных условиях. Ее можно рассчитывать по вышеуказанным формулам, но при значительно меньшем $K_{\text{ФАР}}$. Но лучше ее рассчитывать по лимитируемым факторам. Главным лимитирующим фактором для получения запрограммированного урожая полевых культур на Юго-Востоке является влага. Основным источником влаги в богарных условиях служат атмосферные осадки вегетационного периода и запасы продуктивной влаги в метровом слое к моменту посева. Отсюда влагообеспеченность растений можно определить по формуле:

$$E = W + \sum Oc \times \alpha = \text{-----} = \text{мм}$$

где: E – общая влагообеспеченность растений, мм;

W – запасы продуктивной влаги перед посевом, мм в метровом слое;

$\sum Oc$ – сумма осадков за вегетационный период, мм;

α – коэффициент использования осадков, (0,65-0,7);

$Гр$ – потребление влаги из грунтовых вод, мм.

Зная водопотребление можно рассчитать ДВУ по формуле:

$$ДВУ = \frac{100 \times E}{K_{\text{в}}} K_{\text{хоз}} = \text{-----}$$

где: ДВУ – урожайность, ц/га;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент водопотребления, мм* га/ц;

$K_{\text{хоз}}$ – отношение товарной продукции (зерно) к общей биомассе.

Литература

1. Земледелие в зоне каштановых почв Заволжья Саратовской области [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. П. Четвериков [и др.] ; ФГОУ ВПО СГАУ. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2010. - 100 с.

2. Инновационные технологии в агрономии: учебно-методическое пособие / В.Б. Нарушев. – Саратов : Изд-во «Саратовский источник», 2013. – 248 с.
3. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. – М.: 1989. – 317 с.
4. Практикум порастениеводству: учебное пособие / И. П. Таланов. - М. :КолосС, 2008. - 279 с. : ил.
5. Посыпанов, Г.С. Растениеводство. / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и [др.] / под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2007. – 520 с.
6. Технология производства продукции растениеводства / А.В. Сафонов, В.А. Федотов. – М.: КолосС, 2010. – 160 с.

Лекция №6.

Определение величины урожая по влагообеспеченности посевов и их фотосинтетическому потенциалу

1. Закономерности потребления влаги полевыми культурами.

Понятие о продуктивной влаге для растений.

В течение вегетации растения испытывают различную потребность во влаге. Для реализации потенциальной продуктивности растений влажность почвы в течение вегетации должна быть в диапазоне 60-100% ППВ (предельной полевой влагоемкости).

Предельная полевая влагоемкость (ППВ) – это максимальная влажность подвешенной почвы или максимальное количество воды, которое почва способна удержать после стекания гравитационной воды (влажность при которой все поры почвы заняты водой, называется *полной влагоемкостью*). Почву в этом состоянии высушивают и определяют процент воды к абсолютно сухой почве. Это значение влажности и будет равно 100% ППВ. Оно в большей степени зависит от гранулометрического состава и гумусированности почвы. Для среднесуглинистых почв (с содержанием гумуса около 2%) 100% ППВ бывает около 25-26% на абсолютно сухую почву. Для супесчаных слабогумусированных почв этот показатель снижается до 22-24%, а для тяжелых суглинков (с содержанием гумуса 4-5%) увеличивается до 30-34%. Синоним ППВ – наименьшая влагоемкость (НВ) менее удачен, так как влажность устойчивого завядания меньше НВ, кроме того, есть еще несколько понятий влажности почвы, которые меньше наименьшей влагоемкости, поэтому наибольшую влажность подвешенной почвы, или почвы пахотного слоя, не подстилаемого глеевым горизонтом, нелогично называть наименьшей. При влажности, равной 100% ППВ, капилляры почвы заполнены водой и соединены, крупные поры (составляют более половины всех пор почвы), заняты воздухом. Корни растений при этом не испытывают кислородной недостаточности. Корневой колосок, нашедший капилляр, может брать из него воду в течение всего периода его жизни – 5-20 дней в зависимости от генотипа вида и сорта. Влажность выше 100% ППВ избыточна, так как воздух вытесняется водой и корни испытывают кислородную недостаточность. Следовательно, 100% ППВ можно назвать верхним пределом оптимальной влажности почвы.

Степное Поволжье относится к зоне недостаточного увлажнения, только редкие годы являются удовлетворительными по влагообеспеченности. Дефицит влаги в почве – наиболее типичная причина того, что реальное водопотребление (и в частности транспирация) меньше своего потенциального значения. Наука и практика показывают, что рациональное управление водным режимом сельскохозяйственного поля таит в себе значительные резервы повышения урожайности.

3. Коэффициент водопотребления. Гидротермический потенциал продуктивности полевых культур.

В качестве одного из показателей использования влаги применяется транспирационный коэффициент, характеризующий способность растений расходовать то или иное количество воды на создание единицы сухого вещества.

Критический период – период наибольшей потребности во влаге.

Полевая культура	Транспирационный коэффициент
Сорго	150
Просо	250
Пшеница	400
Ячмень	350
Овес	500
Подсолнечник	400
Кукуруза	400
Чечевица	500
Фасоль	800
Горох	600
Сахарная свекла	350

Широко распространенный способ расчета КУ с учетом водных и тепловых ресурсов основан на использовании статистической связи между урожаем и гидротермическим показателем, который определяется по формуле А.М. Рябчикова:

$$ГТП = \frac{W \times T_v}{36 \times R}$$

ГТП – биогидротермический потенциал продуктивности, балл;

W – запасы продуктивной влаги, мм;

T_v – период вегетации, декады; 36 – число декад в году;

R – радиационный баланс, или суммарная ФАР за вегетацию культуры, ккал/см².

Каждый балл продуктивности соответствует в среднем 20 ц/га урожая абсолютно сухой биомассы и ГТП пересчитывается в урожай по формуле:

$$Y_{KY} = ГТП \times 20$$

Затем осуществляется перевод урожая абсолютно сухой биомассы, к величине урожайности хозяйственно-полезной продукции при стандартной влажности.

Литература

1. Земледелие в зоне каштановых почв Заволжья Саратовской области [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. П. Четвериков [и др.] ; ФГОУ ВПО СГАУ. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2010. - 100 с.
2. Инновационные технологии в агрономии: учебно-методическое пособие / В.Б. Нарушев. – Саратов : Изд-во «Саратовский источник», 2013. - 248 с.
3. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. – М.: 1989. – 317 с.
4. Практикум порастениеводству: учебное пособие / И. П. Таланов. - М. :КолосС, 2008. - 279 с. : ил.
5. Посыпанов, Г.С. Растениеводство. / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и [др.] / под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2007. – 520 с.
6. Технология производства продукции растениеводства / А.В. Сафонов, В.А. Федотов. – М.: КолосС, 2010. – 160 с.

Лекции №7-8.

Системный подход к управлению производством продукции Растениеводства

1. Прогнозирование, планирование, организация производства продукции растениеводства.

Прогнозирование и планирование сельскохозяйственного производства являются важнейшими рычагами в управлении этой отраслью и решении важнейшей задачи - полного обеспечения населения в продуктах питания, а промышленности - в сырье.

Планирование (прогнозирование) сельскохозяйственного производства, как и всех отраслей народного хозяйства, базируется на ряде принципов. Важнейшими из них являются научная обоснованность, демократический централизм, выделение ведущего звена, директивность, контроль за выполнением плана, единство, непрерывность планирования.

Важнейшим принципом планирования (прогнозирования) сельскохозяйственного производства является научная обоснованность планов. Сущность его состоит в глубоком познании экономических законов рынка, использовании характера их действия для развития сельского хозяйства, учете потребностей общества в сельскохозяйственной продукции и возможностей ее производства с учетом природных условий и материальных ресурсов. Значение научной обоснованности планов возрастает особенно в современных условиях, когда наука стала непосредственной производительной силой. Современные достижения научно-технического прогресса позволяют совершенствовать производство, получать на единицу затрат больше продукции. Экономической наукой разработаны нормативы затрат сырья, материалов и труда на единицу продукции и единицу работы, которыми пользуются при планировании сельскохозяйственного производства. Выделение ведущего звена - необходимое условие реальности разработки планов. Под ведущим звеном планов следует понимать одну или несколько отраслей или важнейших задач и направлений развития хозяйства от успешного решения которых зависит выполнение планов по всему сельскому хозяйству.

Основными методами планирования (прогнозирования) являются: балансовый, расчетно-конструктивный (вариантный), экономико-математический, нормативный, программно-целевой. Балансовый метод основан на установлении соразмерности между потребностью в ресурсах и источниками их покрытия. Балансы бывают: а) натуральные – сельхозугодий, техники, семян, удобрений и т.д.; б) стоимостные – доходы и расходы; в) труда – потребность и наличие. Обычно балансы составляются в виде таблиц, состоящих из 2-х частей (расход – потребление, приход - наличие). В расчетно-конструктивном методе учитываются балансовый, нормативный и экономико-математический методы. Он составляется по нескольким вариантам и включает в себя глубокий анализ хозяйственной деятельности, исходит из учета всех факторов производства, обобщения научно-технических достижений. После чего выбирается лучший вариант. Экономико-математический метод представляет собой экстраполяцию, перенос тенденции развития на перспективу, а также предполагает решение экономико-математической задачи. Нормативный метод предусматривает использование различных норм и нормативов (на 1 га, 1 гол., единицу продукции и т.д.). Норма – это научно обоснованный уровень расхода того или иного вида производственных ресурсов (норма высева 2,2 ц/га). Норматив – обобщенная величина затрат рабочего времени, расхода производственных и денежных ресурсов в расчете на 1 га, 1 гол. (чел.-ч.; руб.). К нормативным методам планирования относится нормативно-ресурсный метод. Он определяет объем продажи продукции по договорам. Раньше часто объем заготовок устанавливался исходя из достигнутого уровня, что ставило отдельные хозяйства в неравные условия (тот, кто работал лучше, оказывался в худших условиях и наоборот худшему мог быть доведен меньший план). Поэтому возникла необходимость в нормативно-ресурсном методе. По нему могут устанавливаться, кроме плана продажи, отчисления в госбюджет, отчисления прибыли в централизованные фонды при необходимости, т.е. по нему планируется вся основная деятельность предприятий исходя из имеющихся ресурсов. В качестве последних выступают: - земля (количество и качество); - основные и оборотные фонды (материально-технические ресурсы); - рабочая сила (трудовые ресурсы). По мере роста производственного потенциала (до разумных пределов) растут экономические показатели хозяйства.

2. Типы моделей урожая и методы моделирования агрофитоценозов.

Одной из наиболее продвинутых областей в математической экологии является моделирование продукционного процесса растений. Здесь математические модели используются для выбора оптимальной стратегии проведения сельскохозяйственных мероприятий: орошения, полива, внесения удобрений, выбора сроков посева или посадки растений и др. Для полностью контролируемого тепличного хозяйства возможно построение модели, описывающей весь цикл процессов при заданных условиях. Тогда с помощью модели оптимальный

"рецепт" управления культурой может быть задан полностью на все время вегетации. Если же моделируется посев в открытом грунте, на который оказывают влияние непредсказуемые погодные условия, агробиоценоз нуждается в оперативном управлении, для него используются динамические модели, допускающие оперативное изменение параметров и, возможно структуры модели в соответствии с изменениями погодных условий.

Всю систему происходящих в агробиоценозе процессов обычно представляют в виде блочной иерархической структуры. Выделяются биотический и абиотический блоки. Среди биотических процессов выделяют в отдельные блоки рост и развитие посева, функционирование почвенной микрофлоры, развитие энтомофауны, развитие болезней сельскохозяйственных культур, взаимодействие посева с сорняками и др. Абиотические блоки включают в себя модели, описывающие формирование теплового, водного режима почвы, концентрации и передвижения биогенных и токсических солей, различных остатков распада пестицидов, ростовых веществ и метаболитов в почве, концентрации углекислого газа в посевах.

Блочная структура позволяет изучать, изменять и детализировать одни блоки, не меняя других. Как правило, число параметров внутри блоков существенно больше числа параметров, которыми блоки соединяются между собой. На основе блоков синтезируются целостные динамические модели, способные прогнозировать изменение во времени ряда характерных параметров растений, в первую очередь биомассу всего растения и отдельных органов, начиная от всходов (иногда от момента посева) до завершения вегетации (созревания). Первые такие модели были разработаны коллективом американских авторов (SPAM - Soil-Plant-Atmosphere Model, Schawerof et.al., 1974) и де Витом и его группой (BESCROP - Basic Crop Simulation, De Wit, 1978). В настоящее время имеется несколько десятков такого типа моделей формирования урожая, разработанных с разной степенью детализации для сои, пшеницы, многолетних трав, кукурузы, хлопчатника и других культур.

Литература

1. Земледелие в зоне каштановых почв Заволжья Саратовской области [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. П. Четвериков [и др.] ; ФГОУ ВПО СГАУ. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2010. - 100 с.
2. Инновационные технологии в агрономии: учебно-методическое пособие / В.Б. Нарушев. – Саратов : Изд-во «Саратовский источник», 2013. - 248 с.
3. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. – М.: 1989. – 317 с.
4. Практикум порастениеводству: учебное пособие / И. П. Таланов. - М. :КолосС, 2008. - 279 с. : ил.
5. Посыпанов, Г.С. Растениеводство. / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и [др.] / под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2007. – 520 с.
6. Технология производства продукции растениеводства / А.В. Сафонов, В.А. Федотов. – М.: КолосС, 2010. – 160 с.

Лекции №9-10.

Методы прогнозирования и программирования урожайности сельскохозяйственных культур.

1. Структурная формула урожая.

Биологической основой моделирования продуктивности посевов зерновых культур является формула модели урожая М.С. Савицкого. Величина возможного биологического урожая, согласно этой формуле, зависит от числа растений на единице площади при уборке урожая P , продуктивной кустистости K , числа зерен в соцветии (колосе, метелке, початке) $З$, массы 1000 зерен при стандартной влажности A и определяется по формуле:

$$Y = \frac{(P \times K) \times (З \times A)}{10000} = \quad \text{ц/га}$$

У конкретных полевых культур в модели посева могут отсутствовать отдельные показатели. Например, у культур которые не кустятся (подсолнечник, горох, нут, люцерна и др.) отсутствует *K*. У корнеплодов и кормовых культур вместо *З* и *А* берется один показатель – *П* – масса 1 корнеплода или надземная масса 1 растения. Пропорционально берется число 0 в знаменателе.

2. Прогнозирование и программирование урожая на основе элементарных балансовых, математико-статистических и динамических имитационных моделей формирования урожая.

Метод математического моделирования процессов формирования урожая позволяет ставить численные эксперименты и исследовать, как изменение условий влияет на поведение системы почва-климат-растение. С помощью ЭВМ можно в известной мере имитировать поведение агрофитоценоза (что возможно только на модели), определять потенциальную продуктивность растений и необходимые условия для ее получения. В селекционных программах можно проводить исследования для выявления оптимального сочетания признаков при проектировании новых сортов.

Модели позволяют рассматривать множество вариантов взаимодействия агрофитоценозов и внешней среды, изучать влияние различных сочетаний факторов на урожайность культур и валовой сбор продукции, ставить такие эксперименты на ЭВМ, которые иногда невозможно провести в натуре или их проведение требует больших затрат времени и средств. Все это дает возможность строить систему производства растениеводческой продукции на количественной основе, учитывать влияние на урожай взаимодействия всех основных факторов, дифференцировать агротехнические приемы в точном соответствии с конкретными условиями возделывания культуры, более эффективно использовать наличные ресурсы. В конечном итоге такой подход позволяет программировать и получать запланированные урожаи с заданной вероятностью, повышать плодородие почвы с учетом требований охраны окружающей среды, улучшать организацию труда, повышать технологическую дисциплину, более жестко контролировать выполнение основных этапов технологического процесса. Оптимальное управление производством растениеводческой продукции на основе методов системного подхода – сложный процесс, включающий ряд этапов построения и использования математических моделей продуктивности отдельных культур. При выборе модели необходимо учитывать множество условий: основные положения концепции лимитирующих факторов; возможность включения в модель важнейших факторов формирования урожая при широком диапазоне их значений; ее открытость для введения новых факторов и т.д. В то же время модель должна быть сравнительно простой по структуре и обеспечивать достаточную точность расчетов.

В настоящее время в исследованиях количественных связей урожая с агроклиматическими, почвенными, агротехническими факторами и биологическими особенностями растений применяют методы, основанные на балансовых уравнениях, математико-статистических и динамических имитационных моделях формирования урожая. Первые две группы моделей уже широко применяются в практике программирования урожайности. Комплексные динамические модели используются пока преимущественно для исследовательских целей – изучения особенностей механизмов, определяющих важнейшие физиологические процессы растений, возможность их адаптации и др. Для решения практических задач разрабатываются прикладные динамические модели продуктивности посевов сельскохозяйственных культур. Каждая из этих моделей имеет свои достоинства и недостатки.

3. Комплексная эмпирическая модель «погода-почва-урожай».

Детальные исследования продукционного процесса полевых культур позволили установить конкретные параметры моделей развития посевов и элементов продуктивности высокопродуктивных агроценозов в зависимости от погодных условий, почв и приемов агротехники в условиях Среднего Поволжья.

Модели высокопродуктивных агроценозов озимой пшеницы в Среднем Поволжье

Показатели посева и элементов продуктивности растений	Параметры высокопродуктивных агроценозов		
	богара – зона темно-каштановых почв (4,0 т/га)	богара – зона черноземных почв (4,6 т/га)	орошение (6,0 т/га)
Всходы			
Норма высева, млн. шт./га	4,0	4,25	5,0
Число всходов, шт./м ²	330	380	440
Полевая всхожесть, %	82	85	88
Осеннее кущение			
Число растений, шт./м ²	312	332	420
Площадь листьев, тыс. м ² /га	9	10	19
Сухая надземная биомасса, т/га	0,60-0,70		0,8-1,0
Трубкование (весеннее отрастание)			
Число растений, шт./м ²	278	306	385
Перезимовка растений, %	89	92	92
Площадь листьев, тыс. м ² /га	18	20	30
Сухая надземная биомасса, т/га	2,8	3,1	4,5
Влажность 1 м слоя почвы, %НВ	90	92	92
Колошение			
Число растений, шт./м ²	277	305	382
Число продукт.стеблей, шт./м ²	490	550	700
Площадь листьев, тыс. м ² /га	45	48	55
Сухая надземная биомасса, т/га	5,0	5,6	7,5
Содержание N-NO ₃ в почве, мг/кг	15	18	40
Влажность 1 м слоя почвы, %НВ	68	70	80
Налив			
Число растений, шт./м ²	276	305	381
Число продукт.стеблей, шт./м ²	485	535	690
Высота растений, см	80-90	85-95	90-100
Сухая надземная биомасса, т/га	7,5	8,2	11,5
Число зерен в колосе, шт.	24	26	26
Полная спелость (уборка)			
Вегетационный период, дней	300-305	305-310	310-320
Сухая надземная биомасса, т/га	10-10,5	11-12	15-17
ФП, тыс. м ² ·сутки/га	2100	2350	3000
ЧПФ, г/м ² ·сутки	4,8	5,0	5,3
Сохранность растений, %	77	80	86
Число растений, шт./м ²	275	305	380
Число продукт.стеблей, шт./м ²	480	525	680
Коэф-т. продукт. кустистости	1,70	1,75	1,80
Масса зерна с 1 колоса, г	0,80	0,90	0,90
Масса 1000 зерен, г	35	37	37
Натура, г/л	750	780	780
Стекловидность, %	65	60	55
Содержание клейковины, %	30	28	26
Качество клейковины, у.е. ИДК-1	85-90	85-95	90-95

В практическом отношении данные модели можно использовать для прохождения продукционного процесса в течение вегетационного периода, то есть для почвенно-климатического (экологического) и технологического мониторинг состояния и динамического развития современных агроценозов. Их также можно использовать для прогнозирования уровня урожайности, а при орошении, как основу программированного возделывания сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Земледелие в зоне каштановых почв Заволжья Саратовской области [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. П. Четвериков [и др.] ; ФГОУ ВПО СГАУ. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2010. - 100 с.
2. Инновационные технологии в агрономии: учебно-методическое пособие / В.Б. Нарушев. – Саратов : Изд-во «Саратовский источник», 2013. - 248 с.

3. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. – М.: 1989. – 317 с.
4. Практикум порастениеводству: учебное пособие / И. П. Таланов. - М. :КолосС, 2008. - 279 с. : ил.
5. Посыпанов, Г.С. Растениеводство. / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и [др.] / под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2007. – 520 с.
6. Технология производства продукции растениеводства / А.В. Сафонов, В.А. Федотов. – М.: КолосС, 2010. – 160 с.

Лекции №11-12.

Технология получения запланированной урожайности и качества продукции

1. Математические модели урожайности, как запись элементов технологического процесса.

Технологическая карта в растениеводстве представляет собой план агротехнических и организационно-экономических мероприятий по возделыванию одной или группы однородных по технологии сельскохозяйственных культур с расчетом себестоимости конечной продукции растениеводства. На их основе определяются прямые затраты труда, затраты материально-денежных средств, потребность в работниках, технике, предметах труда, исчисляется себестоимость единицы продукции растениеводства, расценка для оплаты труда работников. Карты являются первичным документом планирования и экономического анализа в сельскохозяйственном предприятии и его подразделениях, служат основой для разработки и принятия конкретных управленческих решений в отрасли растениеводства, производственно-финансовых и перспективных планов предприятия.

Они составляются коллективом специалистов хозяйства включающим агронома-технолога, инженера по механизации растениеводства, экономиста, бухгалтера и утверждаются руководителем предприятия.

В отрасли растениеводства разрабатываются следующие виды технологических карт:

1) перспективные:

- типовые (примерные) технологические карты по зонам, областям и природным микрорайонам;
- пятилетние технологические карты сельскохозяйственных предприятий;

2) оперативные:

- годовые технологические карты – разрабатываются по отделениям, участкам, бригадам, звеньям, отрядам;
- технологические карты по комплексам подготовительных или вспомогательных работ;
- организационно-технологические карты по основным сельскохозяйственным работам.

Технологические карты разрабатывают:

- по отдельным культурам;
- по видам продукции с различным назначением использования (многолетние травы на сено, зеленую массу, силос);
- по видам продукции с различными технологиями производства (сенаж в упаковке и сенаж в траншее);
- по видам сельскохозяйственных работ, в том числе относящихся к незавершенному производству (закладка многолетних насаждений, уход за молодыми посадками, улучшение лугов и пастбищ).

Технологические карты составляются на 1, 10, 100 га или на всю запланированную площадь посева (посадки) сельскохозяйственной культуры.

Расчет совокупности технологических карт по различным возможным уровням и вариантам технологий и интенсификации производства является первым этапом в процессе обоснования наиболее оптимального варианта технологии с экономической, организационной и

технологической точек зрения. На основе технологических карт определяются различные ограничения и показатели, используемые при составлении компьютерных моделей по оптимизации технологических уровней растениеводства с учетом различного набора критериев:

– экономических – ограничения максимальной суммы затрат на возделывание с/х культур, ограничения максимальной себестоимости ед. продукции, обеспечения максимальной рентабельности и т.д.;

– организационно-технологических – наличие в хозяйстве необходимой техники, удобрений трудовых ресурсов, необходимость производства определенного количества продукции и т.д.;

– агрономических – требование соблюдения определенной структуры севооборота, условие положительного баланса органического вещества и др.

2. Технологическая карта (технический проект урожайности).

При составлении технологической карты аспиранты должны научиться в правильной последовательности перечислять все операции по ее возделыванию в конкретных условиях с момента уборки предшественника и до уборки и послеуборочной обработки урожая. В ней указывают агротехнические требования к проведению операций, сроки их проведения, качественные показатели выполнения работ, перечисляют используемые машины и орудия. При разработке карты следует предусмотреть конкретные условия ее применения. Должны быть указаны район, хозяйство, предшественник, сорт, дана агрохимическая характеристика почвы, указаны преобладающие сорняки, вредители и болезни. Можно указать основные лимитирующие экологические факторы (недостаток влаги в определенный период, заморозки весной и осенью и др.), ограничения, связанные с нехваткой материальных средств – удобрений, пестицидов и др. Исходя из цели возделывания культуры (семена, на корм, для переработки), природно-климатических особенностей и уровня материального обеспечения следует обосновать планируемую урожайность. Технологическую карту возделывания культуры составляют по установленной форме. В качестве примера приводится технологическая карта возделывания яровой пшеницы по традиционной технологии.

Технологическая карта возделывания яровой пшеницы

Хозяйство _____
 Район _____
 Область _____
 Сорт _____
 Предшественник _____
 Агрохимическая характеристика почвы _____
 Преобладающие:
 сорняки _____
 вредители _____
 болезни _____
 Планируемая урожайность, т/га _____

Технологическая операция	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Состав агрегата	
			трактор, комбайн	с.-х. орудие
Предшественник – озимая пшеница				
1. Лущение стерни	Август, Вслед за уборкой предшественника	6-8 см	ДТ-75 Т-150К	ЛДГ-15
2. Внесение удобрений	-//-	Р ₆₀	МТЗ-82	МВУ-0,5А
3. Вспашка зяби	Август	20-22 см	К-701 ДТ-75М	ПБС-8-40 ПЛН-5-35
4. Снегозадержание	Январь-февраль	Двукратное, поперек господствующих ветров	Т-4А	СВУ-2,6
5. Подготовка семян	До посева	Редут 60г/л к.с.(0,4-0,5 л/т); Доспех 60г/л к.с (0,4-0,5 л/т)	-	ПС-10

6. Покровное боронование	При физической спелости почвы	в 2 следа поперёк вспашки	ДТ-75М Т-150К	БЗСС-1,0
7. Предпосевная культивация	3 декада апреля, перед посевом	6-8 см	Т-4А	ЗКПС-4
8. Припосевное удобрение	При посеве	N ₃₀ P ₂₀ , азотные – до посева, фосфорные – при посеве	–	–
9. Посев рядовой	3 декада апреля	6-8 см	ДТ-75М	СЗП-3,6
10. Прикатывание	Вслед за посевом	–	МТЗ-82	+С-11У ЗККШ-6
11. Обработка гербицидами	В фазе 2-4 листочков у сорняков В фазе полного кущения, до выхода в трубку В фазе 2-3 листочков сорняков, независимо от развития культуры	Иллоксан (3,0 кг/га) против просовидных сорняков и овсюга. Биатлон (0,5 л/га); Дианат (0,15-0,3 л/га), Гренч (0,008-0,01 л/га). Пума-супер 100 (0,4-0,6 л/га)	МТЗ-82	ОПШ-15
12. Обработка инсектицидами	Кущение-начало выхода в трубку; Молочная спелость (против трипсов, вредной черепашки, пядицы, хлебного жука, злаковой тли, зерновой совки)	Актара ВДГ (0,1-0,15 л/га), БИ-58, к.э. (1,0-1,2 л/га) Сумитион (0,8-1 л/га); Фастак (0,1-0,15 л/га)	МТЗ-82	ОП-2000-2
13. Подготовка полей к уборке урожая	Перед косовицей	Обкосы краев полей в сдвоенный валок, перед началом массовой уборки, валки нужно подобрать	СК-5 «Нива»	ЖНС-6-12
14. Скашивание в валки	В фазе восковой спелости при влажности зерна 35 %	Густота стеблестоя 500-300 на 1 м ² при высоте растений более 60 см	СК-5 «Нива»	ЖВН-6А; ЖНС-6-12;
15. Подбор и обмолот валков	При влажности зерна 17-19%	Один сорт убирают не более чем за 5-7 дней	Дон-1500М; СК-5 «Нива»	ППТ-3А
16. Уборка соломы	В период и после обмолота	Планируется из расчета 1 агрегат на 1000 га посева	К-701	Волокуша ВНК-10
17. Первичная очистка вороха зерна	Июль-август	В период уборки	-	ЗАВ-40 ОВП-20
18. Вторичная очистка зерна	Август-сентябрь	Влажность зерна 14 %	-	«Петкус»

Методика проведения практических занятий по составлению технологических карт может быть различной. При проведении первого такого занятия по составлению технологической карты возделывания полевой культуры важно научить аспирантов правильно определять последовательность операций и осознанно выбирать агроприемы. В этом случае возможно фронтальное проведение занятия, когда аспиранты участвуют в обсуждении и выборе очередной операции и сельскохозяйственных машин, установлении агротехнических требований. Преподаватель направляет деятельность аспирантов. При составлении технологических карт возделывания полевых культур возможна организация работы по звеньям с использованием различных вариантов исходных условий.

При составлении технологии возделывания культуры целесообразно создавать проблемные ситуации, связанные с обоснованием приемов возделывания, выбором оптимальных сроков, норм, средств проведения мероприятий. Типовые технологические карты возделывания культур приведены в учебниках, в практических руководствах по освоению интенсивных технологий. На занятиях аспиранты должны научиться использовать справочную литературу. По мере проведения практических занятий по составлению технологий возделывания культур желательно повышать уровень требований к выполнению работы от простого копирования схемы до творческой разработки с учетом конкретных условий и лимитирую-

щих факторов. Приводимый план позволяет преподавателю и аспирантам последовательно ставить вопросы и принимать решения с учетом знания биологических и агротехнических особенностей культуры, сорта, гибрида и условий выращивания.

Литература

1. Земледелие в зоне каштановых почв Заволжья Саратовской области [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. П. Четвериков [и др.] ; ФГОУ ВПО СГАУ. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2010. - 100 с.
2. Инновационные технологии в агрономии: учебно-методическое пособие / В.Б. Нарушев. – Саратов : Изд-во «Саратовский источник», 2013. - 248 с.
3. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. – М.: 1989. – 317 с.
4. Практикум порастениеводству: учебное пособие / И. П. Таланов. - М. :КолосС, 2008. - 279 с. : ил.
5. Посыпанов, Г.С. Растениеводство. / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и [др.] / под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2007. – 520 с.
6. Технология производства продукции растениеводства / А.В. Сафонов, В.А. Федотов. – М.: КолосС, 2010. – 160 с.

Лекция №13.

Методики составления технологической схемы получения запрограммированного урожая.

1. Параметры поля (почва).

Почва– важнейший природный ресурс, используемый в сельскохозяйственном производстве. Она представляет собой продукт физического, химического и биологического преобразования горных пород и состоит из твердых, жидких и газообразных компонентов.

Строение профиля почвы – это последовательная смена ее горизонтов. Хорошо наблюдается строение почвы на вертикальной стенке почвенного разреза глубиной 1-1,5 м. В почвах выделяют следующие основные горизонты, обозначая их заглавными буквами латинского алфавита с индексами или без них:

А₀ – лесная подстилка, дернина

А₁ – перегнойно-аккумулятивный – в нем накапливается (аккумулируется) наибольшее количество органического вещества (гумуса) и питательных веществ

А₂ – элювиальный или горизонт вымывания – из него выносятся ряд органических и минеральных веществ, вследствие чего его окраска более светлая, чем верхних горизонтов

А пах. – пахотный горизонт на обрабатываемых почвах

В – иллювиальный или горизонт вмывания – в нем аккумулируются те вещества, которые вымываются из А₂

С – материнская не измененная почвообразующая порода – не содержит органическое вещество (гумус).

Под **мощностью почвы** подразумевают не только пахотный или гумусовый ее слой, а всю толщу поверхностной части земной коры, которая отличается от материнской горной породы. Глубина проникновения почвообразовательных процессов зависит от природных факторов, поэтому и мощность почвенного слоя в различных случаях сильно варьирует. Мощность почвы различных типов колеблется от 40 до 150 см, а в черноземной зоне достигает 200 см и более. При агрономической оценке почв по морфологическим признакам важно учитывать мощность отдельных горизонтов и их совокупность. По мощности отдельных горизонтов можно судить о содержании в них тех или иных веществ. Так, наличие мощного перегнойного горизонта говорит о слабом процессе вымывания, о богатстве почвы питательными веществами. Наличие в профиле резко выраженного элювиального горизонта свидетельствует об интенсивном выщелачивании, поэтому чем мощнее горизонт А₂, тем беднее

почва по своему плодородию, т.к. развитие элювиального горизонта идет за счет уменьшения перегнойного (A_1) и т.д.

Основные типы почв Саратовской области. Территория Саратовской области относится лесостепной, степной и полупустынной зонам с господством чернозёмных и каштановых почв. Однако в силу многообразия местных физико-географических условий почвообразования почвенный покров отличается значительным разнообразием. Территория области разделена рекой Волгой на две почти равные по размерам части - правобережную и левобережную. Обе части по своим природным условиям заметно отличаются друг от друга, что оказывает существенное влияние на направленность и скорость почвообразовательного процесса. Почвенный покров Саратовской области сформировался в условиях континентального и аридного климата, сложного рельефа, пестроты почвообразующих пород, разновозрастности различных частей территории под влиянием лесной, степной и полупустынной растительности. На территории области распространены следующие типы почв:

В Правобережье Саратовской области распространены *чернозёмы*, которые сформировались под степной и лугово-степной растительностью, и характеризуются значительными запасами органического вещества, в виде мощного гумусового слоя с высоким содержанием гумуса – черноземы типичные, выщелоченные, обыкновенные, южные.

Большую часть Саратовского Левобережья занимают *каштановые почвы*, которые подразделяются на темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые.

На этих типах почв вкраплениями присутствуют солонцы, солончаки и солоды.

Земельный фонд Саратовской области по всем категориям земель составляет 10123,9 тыс. га. Сельскохозяйственные угодья занимают 8571,8 тыс. га, из них: пашня 5941,8 тыс. га, многолетние насаждения - 40,1 тыс. га, сенокосы - 108,2 тыс. га, пастбища - 2481,7 тыс. га. Из земельных ресурсов области на долю черноземных почв приходится 50,4%, каштановых - 30,0%, солонцов - 11,5%, аллювиальных - 6,3%, прочих – 1,8%. Преобладают почвы тяжелого гранулометрического состава — 86%, среднесуглинистого - 9%, легкого гранулометрического состава - 5%. Содержание гумуса в почвах колеблется от 5,5 - 8,0 в черноземах до 1,5-3% - в каштановых и светло-каштановых почвах.

Следует отметить, что большая часть пахотных земель области подвергается различным видам деградации, негативно влияющим на уровень их плодородия, и находится в целом в неудовлетворительном состоянии. Прогрессивное развитие процессов деградации почв приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур и увеличению затрат на единицу продукции. Выявлена тенденция ухудшения биологических, физических и физико-химических свойств почв.

Основными причинами деградации земель сельскохозяйственного назначения, следовательно, снижения их плодородия в области являются:

- активизация эрозионных процессов и недостаточные меры по защите почв от эрозии;
- нарушение системы пополнения в почвах питательных веществ в результате практически полного прекращения внесения в почву органических и минеральных удобрений;
- возрастание засоренности земель однолетними и многолетними сорняками из-за нарушения технологии возделывания с/х культур;
- наличие необрабатываемых массивов пахотных угодий, являющихся рассадником сорняков и вредителей сельскохозяйственных культур.

Появление бросовых необрабатываемых участков пашни связано с резким сокращением материально-технического потенциала у большинства землепользователей, высокой степени изношенности применяемых машин и орудий, отсутствием финансовых средств на приобретение удобрений, средств защиты сельскохозяйственных культур.

2. Сорта и гибриды.

Для Саратовской области (8-й регион РФ) рекомендуются к возделыванию следующие сорта и гибриды основных полевых культур:

Озимая рожь – Саратовская 5, Саратовская 6, Саратовская 7, Марусенька.

Озимое тритикале – Студент, Саргау, Юбилейная.

Озимая пшеница мягкая – Донская безостая, Мироновская 808, Харьковская 92, Базальт, Дар Зернограда, Саратовская 90, Смуглянка, Донской маяк, Лютесценс 72, Виктория 95, Волжская 100, Губерния, Дон 93, Дон 95, Донской простор, Донской сюрприз, Булгун, Ермак, Ершовская 11, Жемчужина Поволжья, Зерноградка 11, Левобережная 3, Джангаль.

Озимая пшеница твердая – Лютесценс 72, Янтарь Поволжья.

Яровая пшеница мягкая – Саратовская 42, Саратовская 55, Саратовская 58, Саратовская 60, Саратовская 62, Саратовская 64, Саратовская 66, Саратовская 68, Саратовская 70, Л-503, Л-505, Прохоровка, Ершовская 32, Бежанка, Юго-Восточная 2, Альбидум 28, Альбидум 29, Альбидум 31, Добрыня Юго-восточная 4, Фаворит.

Яровая пшеница твердая – Светлана, Саратовская 57, Саратовская 59, Саратовская золотистая, Людмила, Валентина, НИК, Харьковская 23, Краснокутка 6, Краснокутка 10, Безенчукская 182, Безенчукская степная, Вольнодонская, Аннушка, Николаша, Лебедушка.

Ячмень двурядный – Донецкий 6, Донецкий 8, Ергенинский 2, Нутанс 108, Нутанс 278, Нутанс 553, Нутанс 642 (пивоваренный), Одесский 115 (пивоваренный), Прикумский юбилейный, Субмедикум 33, Медикум 135, Пивденный, Прерия, Ратник, ЯК-401.

Ячмень многорядный – Вакула.

Овес – Львовский 1026, Улов, Скаун, Руслан, Горизонт, Друг, Мегион, Денс, Борец.

Просо – Саратовское 6, Саратовское 8, Саратовское 10, Саратовское 12, Ильиновское, Золотистое., Саратовское желтое.

Гречиха – Богатырь, Куйбышевская 85, Казанка, Дикуль, Кама, Деметра, Агидель, Молва, Саулык, Чатыр Тау, Черемшанка.

Горох посевной – Неосыпающийся 1, Сармат, Орловчанин, Орловчанин 2, Аксайский усатый 55, Визир, Мультик, Тюменец, Агроинтел, Мадонна.

Чина – Степная 21.

Чечевица – Петровская 4/105, Красноградская 250, Веховская, Веховская 1, Донская, Нива 95, Рауза, Анфия.

Нут – Волгоградский 10, Краснокутский 123, Краснокутский 28, Краснокутский 36, Юбилейный, Заволжский, Приво 1.

Соя – Соер 1, Соер 3, Соер 4, Соер 5, Соер 6, Соер 7, Самер, Чера.

Подсолнечник – сорта - ВНИИМК 8883 улучшенный, Степной 81, Саратовский 82, Саратовский 85, Скороспелый 87, Саратовский 20; гибриды - Енисей, Юбилейный 75, Полевик, Родник, ЮВС-2, ЮВС-3, ЮВС-4, Веделеевский, Гарант, Кубанский 930, Санбред, Снмарин 365, Олстарил, Мегасан, Еврофлор, Оптисол, Лучаферол.

Ранс яровой – Оредеж-2, Галант, Ратник, Рубеж.

Кукуруза – гибриды - Коллективный 147ТВ, Коллективный 150ТВ, Коллективный 160МВ, Коралл МВ, Краснодарский 632 МВ, Бемо 181 СВ, Бемо 201 СВ, Белозерный 1МВ, Родник ТВ, Браво, Ньютон, Анна; Аталис, РОСС 272 АМВ, Поволжский 186; сорта – Сибирячка, Волгоградская 1, Быковчанка.

Сорго на зерно - Волжское 4, Волжское 615, Перспективный 1, Саратовская 80, Камышинский 31, Триумф, на силос – Саратовское развесистое, Кинельское 3, Саратовское 90, Саратовский силосный, Волжское 51, Волжское 56, Кормовой 35, Силосное 88.

Суданская трава – Юбилейная 20, Зональская Саратовская 1183.

Люцерна – Желтогибридная 55, Медия, Ерусланка, Вега, Артемида.

Эспарцет песчаный – Аркадакский местный, Розовый 89.

Кострец безостый – Балашовский местный.

Житняк – Краснокутский ширококолосый 6, Краснокутский 41, Краснокутский 45.

Картофель – Жуковский ранний, Невский, Спринт, Светлячек, Лорх, Удача, Утенок, Романа (голланд), Кондор (голланд).

3. Различные технологии.

Наиболее полная реализация биоклиматического потенциала достигается применением высокоадаптированных к типам агроландшафтов приемов технологии возделывания. Особенно важными условиями агроэкологической эффективности технологий являются: использование для посева высококачественных семян районированных сортов, размещение ценных

культур по лучшим предшественникам, своевременное и качественное выполнение технологических операций с учетом рельефа, почвенного покрова и складывающихся на поле особенностей увлажнения почвы, питания и фитосанитарной обстановки.

Технология возделывания с.-х. культуры – это научно-обоснованный регламент производственного процесса, устанавливающий очередность проведения операций (приемов) и параметры их проведения (качество). Технологии возделывания разрабатывают для всех культур севооборотов с учетом предыдущих звеньев системы земледелия. Она включает в себя все технологические приемы (с момента уборки предшествующей культуры), поочередно связанные друг с другом. В настоящее время различают следующие виды технологий:

Интенсивная технология – технология возделывания, которая предполагает управление продуктивностью культуры путем наблюдений и контроля за ростом растений с внесением необходимых поправок (например: по листовой диагностике внесение минеральных подкормок; при достижении большого количества сорняков применение гербицидов, при размножении вредителей – применение инсектицидов, при сильном распространении болезней – фунгицидов). Эта технология основана на широком использовании средств интенсификации возделывания полевых культур – орошения, удобрений, средств защиты растений.

Индустриальная технология – предусматривает полную механизацию всех операций при возделывании культур, на которых раньше широко использовался ручной труд (сахарная свекла, кукуруза, картофель).

Прогрессивная технология – использование новых прогрессивных приемов возделывания полевых культур – новый сорт, новый способ посева, какое либо новое сельскохозяйственное орудие.

Зональная технология – разработанная для почвенно-климатических условий конкретной зоны где выращивается с.-х. культура.

Адаптивная технология – приспособленная (адаптированная) к условиям конкретного хозяйства, микрозоны, агроландшафта – погоде, почвам, рельефу, техники и кадрам.

Сортовая технология – это технология возделывания, которая базируется на особенностях требований конкретного сорта к факторам роста.

Экологическая технология – обеспечивает получение экологически чистой продукции: отсутствие нитратов, пестицидов, тяжелых металлов.

Биологизированная технология – технология, основанная на широком использовании биологических приемов – многолетних трав в качестве предшественников, сидерации, биопрепаратов в качестве удобрений и для борьбы с вредителями и болезнями.

Ресурсосберегающая технология – это технология позволяющая получать высокую урожайность при минимальных затратах. Она направлена на экономию затрат, например за счет оптимизации нормы высева культуры, дробного применения удобрений, уменьшения норм поливов и т.д.

Литература

1. Земледелие в зоне каштановых почв Заволжья Саратовской области [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. П. Четвериков [и др.] ; ФГОУ ВПО СГАУ. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2010. - 100 с.
2. Инновационные технологии в агрономии: учебно-методическое пособие / В.Б. Нарушев. – Саратов : Изд-во «Саратовский источник», 2013. - 248 с.
3. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. – М.: 1989. – 317 с.
4. Практикум порастениеводству: учебное пособие / И. П. Таланов. - М. :КолосС, 2008. - 279 с. : ил.
5. Посыпанов, Г.С. Растениеводство. / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и [др.] / под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2007. – 520 с.
6. Технология производства продукции растениеводства / А.В. Сафонов, В.А. Федотов. – М.: КолосС, 2010. – 160 с.

Лекция №14.

Программирование и планирование урожайности при современных технологиях возделывания полевых культур

1. Материально-технические ресурсы.

Для качественного выполнения технологических операций в современных агротехнологиях степного Поволжья применяется следующая техника:

Лушение поля после уборки предшественника – ЛДГ-5; ЛДГ-10; ЛДГ-15; ЛДГ-20;

Вспашка отвальная – ПН-4-35; ПЛН-5-35; ПЛН-6-35; ПЛН-9-35; ПТК-8-35, ПБС-8-40;

Плоскорезная обработка осенняя с сохранением стерни – КПП-2-150; КПП-250;

Снегозадержание зимнее – СВУ-2,6; СВШ-10;

Внесение органических удобрений под вспашку – РОУ-9; ПРТ-16;

Внесение минеральных удобрений в допосевной период – РУМ-5; РУМ-8; 1-РМГ-4;

Весеннее покровное боронование зяби – БЗСС-1,0; БЗТС-1,0;

Весеннее покровное боронование по плоскорезной обработке – БИГ-3;

Сплошная предпосевная культивация – КПС-4;

Очистка и калибровка семян – «Петкус», «Петкус-гигант»; ОВС-20; ЗАВ-20, ЗАВ-40;

Протравливание семян перед посевом – ПС-10, «Мобитокс»;

Опрыскивание посевов против полегания, сорняков, вредителей, болезней, для подкормки растений во время вегетации – ПОУ, ОПШ-15, ОВТ-2000-2;

Посев рядовой зерновых культур с внесением удобрений – СЗ-3,6; СЗТ-3,6; СЗП-3,6;

Посев широкорядный пропашных культур – СПЧ-6, СУПН-8;

Посев по плоскорезной обработке – СЗС-2,1; ЛДС-9 – стерневые сеялки, выполняющие 4 операции – культивацию, внесение удобрений, посев и прикатывание посевов;

Послепосевное прикатывание посевов – ЗКШ-6; ЗКВГ-1,5;

Междурядная культивация пропашных культур – КРН-4,2; КРН-5,6;

Уборка зерновых культур однофазная – одновременное скашивание и обмолот посевов в фазу полной спелости (влажность зерна = 14-17%) комбайнами СК-5 «Нива»; «Енисей-950»; «Вектор», Дон-1200; Дон-1500; «Акрос».

Уборка зерновых культур двухфазная – применяется на засоренных полях, при неравномерном созревании культур (гречиха, просо, горох, чечевица): 1-я операция) Скашивание посевов в валок в середине восковой спелости (влажность зерна=25-28%) комбайном СК-5 «Нива» с валковой жаткой ЖВН-6; 2-я операция) Подбор и обмолот валков через 3-4 дня после подсыхания массы до стандартной влажности (14-17%) – комбайном СК-5 «Нива» с подборщиком ППТ-1,5А;

Очистка зерна после уборки – ОВС-20; ОВП-4; ЗАВ-20; ЗАВ-40;

Сволакивание соломы – два трактора ДТ-75 и волокуша ВТУ-1,0;

Скирдование соломы – трактор-стогадеталь МТЗ-82+ПФ-0,7.

2. Рекомендации по структуре посевных площадей.

Агротехнической основой повышения устойчивости зернового производства в засушливых условиях степного Поволжья является рациональное сочетание различных полевых культур, позволяющее эффективно использовать осадки теплого периода года.

Озимые, особенно при хорошем развитии растений с осени, лучше, чем яровые зерновые, используют элементы питания, накопленную в почве влагу, весенние осадки и значительно превосходят их по продуктивности. Средняя урожайность озимых по чистым парам в 1,5-2,5, а в засушливые годы - в 2,5-4 раза выше сравнению с яровыми зерновыми. Лучший предшественник для них чистый пар. Роль чистого пара как агротехнического приема сохранения влаги к посеву озимых, накопления питательных веществ в почве, очищения почвы от вредителей, возбудителей болезней и сорняков существенно возрастает в связи с сокращением применения средств химизации. С расширением площади чистых паров повышается эффективность и устойчивость производства зерна. На основании проведенных исследований площади чистых паров в лесостепи целесообразно довести до 15-20%, в черноземной степи -

до 17-22, в сухой степи на каштановых почвах - до 25-33 и в среднем по области до 20-23% площади пашни. В крупных коллективных хозяйствах под озимые культуры в Правобережье •обходимо отводить до 40-45% площади зерновых, в Заволжье - до 35-40%. В крестьянских хозяйствах со специализацией на производстве зерна число парных зерновых культур целесообразно сократить до 2-3, а удельный вес чистого пара увеличить в микроразонах с черноземными почвами до 20-25%, каштановыми – до 25-33%.

Соотношение площади посева озимой пшеницы и ржи зависит от почвенно-климатических условий и экономической эффективности. Хотя зерно озимой ржи уступает озимой пшенице по размеру прибыли, но рожь может возделываться не только как продовольственная, но и как фуражная культура на зеленый корм и сенаж. Она нередко не уступает кукурузе по урожаю зеленой массы. Для посева ржи кормовые цели используют семена высокостебельных сортов. В черноземной степи под озимую пшеницу целесообразно отводить более 80% площади озимых, в сухой степи с каштановыми почвами - более 70. Такое сочетание культур повышает на 32-34% урожайность и на 54-69% чистый доход с гектара зерновых по сравнению с районами, где пшеница занимала до 50-70% площади.

На чистых парах выгоднее размещать озимые культуры, а не яровую пшеницу. Урожайность яровой пшеницы по чистому пару не имеет значительного преимущества перед урожайностью по другим хорошим предшественникам (зернобобовые, кукуруза). В микроразонах с черноземными почвами (1-5 микроразоны) не исключается посев озимых и по занятым парам, т.е. после культур, убираемых в ранние сроки на зеленый корм, сенаж, сено. В 6 и 7 микроразонах Заволжья основной предшественник озимых чистый пар. Здесь влажный тип погоды, когда возможен посев озимых после непаровых предшественников, бывает в 34-35% лет. Выбор яровых зерновых культур определяется наличием рынков сбыта, внутрихозяйственными потребностями. Посевы яровой пшеницы экономически оправданы лишь при определенном уровне интенсификации, обеспечивающем получение высококачественного зерна. Такое зерно может быть использовано для повышения качества зерна озимой пшеницы. Площади посева этой культуры в Правобережье целесообразно стабилизировать на уровне 12-16%, а в Заволжье - 14-20% площади зерновых. Особое внимание следует обратить на возделывание и повышение качества зерна твердой пшеницы.

Из крупяных культур в лесостепи и черноземной степи выгоднее возделывать гречиху, так как здесь более благоприятны условия для ее выращивания, а в засушливых условиях Заволжья - просо. Около 80% гречихи целесообразно сосредоточить в 1-3 микроразонах и 60-70% посевов проса – в Саратовском Заволжье (4-7 микроразоны).

Просо хорошо использует осадки второй половины лета и по урожайности и устойчивости производства зерна в большинстве лет превышает яровую пшеницу. При наличии в структуре посевов значительных площадей проса целесообразно выращивать сорта с различной продолжительностью вегетационного периода (скоропелые и позднеспелые). Это позволит полнее использовать влагу второй половины лета, провести уборку посевов в оптимальные сроки в связи с разными сроками фазы полной спелости у сортов.

При наличии рынков сбыта и высокой агротехнике долю проса в структуре зерновых целесообразно довести: в Правобережье - до 10-12%, в Заволжье до 15-18%. В структуре зерновых необходимо иметь не менее 40-50% озимых и проса. Наличие проса в структуре посевных площадей способствует повышению эффективности и устойчивости производства зерна. Так, по данным НИИСХ Юго-Востока, в четырехпольном севообороте пар чистый - озимая пшеница - просо - яровая пшеница выход зерна со 100 га пашни составил в среднем за 10 лет 193,8 т, в том числе во влажные - 225,3 т, в сухие годы - 144,8 т. При замене поля проса полем яровой пшеницы выход зерна получен в среднем 153,2 т, во влажные и су-годы соответственно - 180,5 и 118,9 т.

Из зернобобовых культур в черноземной степи и лесостепи следует выращивать чечевицу, нут, горох, чину, а в зоне сухой степи - нут.

Требуется совершенствование и структура зернофуражных культур. При сложившейся структуре фуражного зерна низка обеспеченность кормовой единицы протеином. Это приводит к перерасходу кормов и повышению себестоимости продукции животноводства. Для

увеличения производства кормового белка следует расширить площади под многолетними травами, зернобобовыми культурами и бобовыми смесями.

Основная масличная культура России и Саратовской области – подсолнечник. Однако по агротехническим требованиям его посевные площади в зонах товарного производства не должны превышать 15-17%. Распространение сои ограничено районами Дальнего Востока и южными областями России. Обоснованные расчеты специалистов показывают, что предельное насыщение севооборотной пашни подсолнечником и соей в благоприятных агроклиматических зонах не позволяет создать необходимую сырьевую базу для производства растительного масла и кормового белка в объемах, обеспечивающих потребности народного хозяйства. В связи с этим чрезвычайно важным источником пополнения ресурсов растительного масла и кормового белка является рапс. Ставится задача добиться производства семян рапса в объемах 1,5-2,0 млн. тонн в год. В связи с этим зона рапсосоения должна быть создана и в Поволжье. Необходимо также возделывать другие масличные культуры – горчицу, сафлор, рыжик, лен масличный и др.

3. Приемы регулирования роста и развития растений, их защиты от болезней и вредителей.

Такие агротехнические приемы, как основная и предпосевная подготовка почвы, внесение удобрений, подготовка семян к посеву, посев, уход за посевами, уборка урожая, выполняются при возделывании любой полевой культуры. Сумма этих приемов составляет ствол технологии возделывания полевых культур. Ряд агротехнических приемов, свойственен агротехнике отдельных группы культур, сходных по особенностям биологии – осенний посев озимых, инокуляция семян бобовых культур перед посевом и др.

Перечень и задачи основных технологических приемов

Прием	Задачи
Лущение стерни	Перемешивание растительных остатков с почвой; разрушение 1 капилляров верхнего слоя - закрытие влаги; создание условий для прорастания сорняков
Внесение органических удобрений	Улучшение режима питания культур и водно-физических свойств почвы
Внесение минеральных удобрений	Оптимизация режима минерального питания возделываемых культур
Зяблевая вспашка	Заделка пожнивных остатков, органических и фосфорно-калийных удобрений; улучшение водно-воздушного режима почвы для активизации ее микробиологической деятельности
Перепахка зяби	Рыхление пахотного слоя заплывающих почв; заделка органических и минеральных удобрений при весеннем их внесении
Весновспашка	Заделка пожнивных остатков, органических и минеральных удобрений, рыхление пахотного слоя почвы (проводят в том случае, когда невозможно осуществить зяблевую вспашку)
Весеннее боронование	Разрыв капилляров верхнего слоя почвы - закрытие влаги для культур поздневесеннего срока посева
Весенняя подкормка азотом озимых культур и мятликовых трав	Обеспечение стартового роста культур на почвах, обедненных азотистыми соединениями
Весеннее боронование озимых и многолетних трав	Освещение точки роста озимых и многолетних трав
Обработка почвы комбинированным агрегатом типа РВК	Рыхление, выравнивание и прикатывание почвы перед посевом
Предпосевная культивация	Рыхление верхнего слоя почвы, борьба с сорняками
Предпосевное прикатывание	Уплотнение верхнего слоя легких почв, установление капиллярных связей
Подготовка семян к посеву	Фракционирование семян по размеру; доведение их до высших посевных стандартов; обеззараживание от патогенной микрофлоры; повышение всхожести и энергии прорастания
Посев	Распределение семян (посевного и посадочного материала) на одинаковую глубину, на равные расстояния друг от друга
Послепосевное прикатывание	Установление контакта мелких семян с капиллярами почвы
Довсходовое боронование посевов	Уничтожение нитей прорастающих семян сорняков, разрушение почвенной корки
Послевсходовое боронование	Уничтожение проростков сорняков

Культивация междурядий	Уничтожение сорняков в междурядьях, рыхление междурядий, подкормка культур минеральными удобрениями
Корневая подкормка	Улучшение минерального питания растений в отдельные периоды онтогенеза в соответствии с требованиями биологии культуры
Окучивание	Увеличение клубне-, корнеобитаемого объема и улучшение аэрации почвы, борьба с сорняками. Чаще всего применяют на картофеле
Некорневая подкормка	Компенсация недостаточного корневого питания растений; улучшение качество урожая
Обработка посевов пестицидами	Гербициды - предотвращение появления сорняков, уничтожение вегетирующих сорняков; фунгициды и бактерициды - предотвращение развития или снижение вредоносности болезней; инсектициды – снижение повреждений растений вредными насекомыми
Применение биологически активных веществ	Регулирование роста и развития растений. Ретарданты - предотвращение полегания; сениканты - усиление оттока пластических веществ в запасающие органы; десиканты - подсушивание растений, завершение вегетации; дефолианты - освобождение от листьев растений, подготовка к уборке
Обкашивание полей	Подготовка поля к уборке - исключение из общей массы урожая краевых, наиболее засоренных полос
Уборка	Сбор урожая с поля с минимальными потерями количества и качества продукции

В число задач, которые решаются технологическими приемами, входят: оптимизация водно-воздушного режима почвы с помощью обработки для нормального функционирования корневой системы; оптимизация режима питания культурных растений применением органических и минеральных удобрений; оптимизация реакции почвенного раствора известкованием или гипсованием почв; снижение конкуренции между выращиваемой культурой и сорняками мерами борьбы с засоренностью посевов; доведение семян и посадочного материала до высших показателей посевного стандарта; подготовка выровненного, уплотненного в верхней части ложа для посева семян; распределение семян на одинаковую глубину и одинаковое расстояние в рядке друг от друга; защита растений от болезней и вредителей; регулирование роста, развития растений и качества урожая; снижение качественных и количественных потерь при уборке. Эти задачи могут быть решены разными технологическими приемами. Например, для снижения засоренности посевов используют агротехнические приемы - лущение стерни, зяблевую вспашку, ранневесеннее боронование, допосевную культивацию, довсходовое и после всходовое боронование, междурядные обработки широкорядных посевов, а также химические средства борьбы с сорняками - гербициды. Для составления технологической схемы возделывания культуры в конкретных условиях необходимо учитывать задачи отдельных технологических приемов.

Каждый технологический прием решает свою задачу, если он выполнен в срок и с определенным качеством. Нарушение срока или технологических требований операции может привести к негативным результатам.

Литература

1. Земледелие в зоне каштановых почв Заволжья Саратовской области [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. П. Четвериков [и др.] ; ФГОУ ВПО СГАУ. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2010. - 100 с.
2. Инновационные технологии в агрономии: учебно-методическое пособие / В.Б. Нарушев. – Саратов : Изд-во «Саратовский источник», 2013. - 248 с.
3. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. – М.: 1989. – 317 с.
4. Практикум порастениеводству: учебное пособие / И. П. Таланов. - М. :КолосС, 2008. - 279 с. : ил.
5. Посыпанов, Г.С. Растениеводство. / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и [др.] / под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2007. – 520 с.
6. Технология производства продукции растениеводства / А.В. Сафонов, В.А. Федотов. – М.: КолосС, 2010. – 160 с.

Лекция №15.

Программирование урожайности при адаптивных, ресурсосберегающих технологиях возделывания полевых культур.

1. Приемы эффективного использования природно-климатических, материально-технических и трудовых ресурсов.

Проблема повышения отдачи агропромышленных комплексов различных зон России выдвигает в качестве основополагающей задачу постоянной оценки эффективности приемов выращивания полевых культур. В условиях современного интенсивного сельскохозяйственного производства к оценке эффективности необходимо подходить с точки зрения хозяйственных интересов, сочетающих интересы государства и каждого хозяйства.

Сберегающее земледелие – это долгосрочная стратегия каждого хозяйства, основанная на применении ресурсосберегающих технологий и адаптивно-ландшафтного земледелия. Сберегающее земледелие дает возможность повысить эффективность производства при одновременном снижении затрат и минимизации ущерба, наносимого окружающей среде.

Сберегающее земледелие – это разработанная для каждого хозяйства система эффективного аграрного производства, предусматривающая выращивание высоких урожаев конкурентоспособной продукции на базе ресурсосберегающих технологий с бездефицитным балансом гумуса в почве и минимальным ущербом для окружающей среды. Эта многофункциональная система должна отвечать следующим задачам:

1. Она должна быть экологически безопасной, обеспечивать сохранность ландшафта и почвенного плодородия, обладать минимальным негативным воздействием на окружающую среду;

2. Ресурсосбережение обеспечивается за счет отказа от энергоемких приемов обработки почвы, уменьшения числа проходов агрегата по полю, снижения расхода дорогостоящих горюче-смазочных материалов, эффективной и экономичной борьбы с водной эрозией, современным фитосанитарным контролем, использованием узкоспециализированных средств защиты растений, дифференцированного применения удобрений;

3. Одновременно система должна быть выгодной для сельхозтоваропроизводителей, не требовать дотаций со стороны государства. Это достигается доступностью современных знаний и опыта по инновационным технологиям для руководителей и специалистов хозяйств.

Ресурсосберегающая технология предполагает снижение затрат финансовых, энергетических и экологических ресурсов на единицу продукции. Для достижения этого в современном сельскохозяйственном производстве разработаны эффективные ресурсосберегающие приемы. В настоящее время можно предложить использование следующих альтернативных ресурсосберегающих приемов в современных зональных технологиях возделывания полевых культур:

Отказ от некоторых технологических приемов.

1) Использование плоскорезной обработки почвы в степных районах позволяет отказаться от ряда агротехнических приемов – лущения стерни, зимнего снегозадержания, весеннего боронования зубowymi боронами.

2) Применение технологии «Прямого посева» полевых культур, при которой основная обработка почвы (лущение + вспашка + весеннее боронование + предпосевная культивация) не проводится.

Совмещение технологических операций.

1) Рыхление, выравнивание и прикатывание почвы перед посевом современными комбинированными почвообрабатывающими агрегатами.

2) Использование для посева стерневых сеялок СЗС-2,1; АУП-18.05 или посевных комплексов «Прямого посева» - они одновременно выполняют предпосевную культивацию, посев, внесение удобрений, прикатывание.

Применение биологических средств.

- 1) Применение биопрепаратов (ризоторфин, мизорин, ризоагрин и др.) позволяет снизить затраты дорогостоящих минеральных и органических удобрений.
- 2) Применение биопрепаратов для защиты растений (боверин, трихограмма и др.) позволяет снизить затраты дорогостоящих пестицидов.

Выращивание бобовых культур.

Выращивание зернобобовых культур и бобовых многолетних трав позволяет снизить затраты минеральных удобрений или отказаться от их внесения, т.к. бобовые используют биологический азот из воздуха. Ресурсосбережение заключается еще и в том, что бобовые культуры оставляют после себя большое количество биологического азота в почве и поэтому можно снизить применение минеральных удобрений и под следующую культуру.

Выращивание смешанных посевов полевых культур.

1) Смешанные посевы однолетних злаковых или других культур с бобовыми культурами, позволяют снизить затраты минеральных удобрений, средств защиты растений (т.к. в таких посевах более плотный травостой подавляет сорняки). Наиболее часто в производстве применяются смеси вика+овес, ячмень+горох, кукуруза+соя.

2) Система ресурсосбережения при выращивании смешанных посевов многолетних трав на орошаемых землях.

- Экономия оросительной воды за счет уменьшения физического испарения под плотным покровом трав, хорошего накопления и более полного использования запасов влаги в связи с улучшением элементов структуры почвы;

- Экономия минеральных и органических удобрений, в т. ч. и под последующие культуры, вследствие повышения плодородия почв;

- Экономия средств защиты растений в связи с хорошим биологическим подавлением сорняков, меньшим развитием вредителей и болезней в посевах;

- Экономия средств на борьбе с эрозией, так как многолетние травы полностью устраняют это негативное явление;

- Уменьшение расхода материальных и денежных средств. Технологии возделывания многолетних трав менее затратны по сравнению с другими кормовыми культурами, так как исключается ежегодное выполнение ряда операций – основной и предпосевной обработки почвы, посева и т.д.;

- Значительное снижение расхода оросительной воды и удобрений на единицу продукции за счет высокой урожайности многолетних бобово-злаковых травосмесей;

- Кроме всего прочего, бобово-злаковые смеси многолетних трав дают более качественный корм, что позволяет снижать его расход на получение единицы животноводческой продукции (мяса, молока, шерсти).

Современные растительные ресурсы многолетних трав очень богаты. Это позволяет свободно подобрать для возделывания те компоненты, которые требует конкретная почвенно-климатическая или хозяйственная ситуация. По продуктивности, совпадению количества и сроков укосов морфологии, адаптации к местным почвенно-климатическим условиям в Саратовской области рекомендуется смесь люцерны с кострцом безостым.

2. Вопросы защиты окружающей среды.

В современном земледелии важнейшим экологическим вопросом становится защита почвы от различных загрязняющих веществ. Загрязненность почв неорганическими ионами и нехватка полезных органических, избыток пестицидов и других вредных минеральных добавок приводят к снижению урожайности и качества сельскохозяйственных культур, а также эрозии и дефляции почвы. При этом традиционные удобрения и методы внесения их в почву являются весьма затратными. (По мнению специалистов США, на производство стакана молока необходимо расходовать в настоящее время стакан дизтоплива.)

Вместе с тем имеются безграничные, возобновляемые ресурсы удобрений, содержащие необходимые питательные элементы для сельхозкультур и близкие, а иногда превышающие по качеству органические удобрения (например, осадки сточных вод станций аэрации). Широкому применению их в сельском хозяйстве препятствует бактериальная зараженность и содержание тяжелых металлов. Если первое препятствие (технически и организационно) в

целом разрешимо, то второе – требует новых подходов, основанных на биотехнологических приемах. В настоящее время в России и за рубежом проводится большая работа по селекции и получению методами генной инженерии микроорганизмов, способных при внесении их в почву вместе с осадками продуцировать полимеры, переводящие тяжелые металлы в неподвижные формы, осуществляющие одновременно процесс азотфиксации (усвоения атмосферного азота).

Уже не одно десятилетие насчитывает опыт применения красного калифорнийского червя для получения биологически ценного удобрения (биогумуса) из клетчаткосодержащих и широкого спектра органических отходов, а также для улучшения структуры почв, аэрирования. Прошедший через червя гумус обогащен всеми необходимыми аминокислотами, микроэлементами.

Одним из наиболее распространенных и стойких загрязнений земель является нефть. Естественная микрофлора, адаптируясь, способна разрушить загрязнения этого типа. Смешение загрязненной нефтью почвы с измельченной сосновой корой ускоряет на порядок скорость разрушения нефти за счет способности микроорганизмов, существующих на поверхности коры, к росту сложных углеводов, входящих в состав сосновой смолы, а также адсорбции нефтепродуктов корой. Такой биотехнологический прием получил название «микробное восстановление загрязненной нефтью почвы».

Очень перспективным и эффективным в настоящее время является использование бактериальных препаратов в земледелии. Так препарат «Путидойл», промышленный выпуск которого освоен в г. Бердске Свердловской области, представляет собой лиофилизированную (высушенную при низких температурах в условиях вакуума) и дезинтегрированную клеточную массу бактерий рода *Pseudomonas*. Конкретные параметры и технология выращивания клеточной массы бактерий являются коммерческим секретом, ноу-хау авторов, но эффект огромный. Внесение «Путидойла» в загрязненные места (территории) с нефтью и нефтепродуктами позволяет через 1–3 суток полностью разрушить загрязнения до конечных продуктов (воды и углекислоты) и восстановить естественные свойства почв.

Литература

1. Земледелие в зоне каштановых почв Заволжья Саратовской области [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. П. Четвериков [и др.] ; ФГОУ ВПО СГАУ. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2010. - 100 с.
2. Инновационные технологии в агрономии: учебно-методическое пособие / В.Б. Нарушев. – Саратов : Изд-во «Саратовский источник», 2013. - 248 с.
3. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. – М.: 1989. – 317 с.
4. Практикум порастениеводству: учебное пособие / И. П. Таланов. - М. :КолосС, 2008. - 279 с. : ил.
5. Посыпанов, Г.С. Растениеводство. / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и [др.] / под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2007. – 520 с.
6. Технология производства продукции растениеводства / А.В. Сафонов, В.А. Федотов. – М.: КолосС, 2010. – 160 с.