



Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Самарская государственная
сельскохозяйственная академия»

Н. В. Васина

Программирование урожаев сельскохозяйственных культур

**Методические указания
для практических занятий**

Кинель
РИЦ СГСХА
2014

УДК 633:631.559 (07)

ББК 41:47 Р

В-19

Васина, Н. В.

В-19 Программирование урожаев сельскохозяйственных культур : методические указания для практических занятий / Н. В. Васина. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2014. – 42 с.

Методические указания содержат задания для выполнения практических работ, список рекомендованной учебной литературы, вопросы для самоконтроля и подготовки к зачету. Учебное издание предназначено для аспирантов, обучающихся по направлению 35.06.01 – «Сельское хозяйство», направленность: 06.01.01 – «Общее земледелие, растениеводство» (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

© ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА, 2014

© Васина Н. В., 2014

Предисловие

Методические указания для проведения практических работ по дисциплине «Программирование урожаев сельскохозяйственных культур» для аспирантов, обучающихся по направленности подготовки 06.01.01 – «Общее земледелие», составлены в соответствии с требованиями образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура), утвержденными приказом №1017 Министерства образования и науки РФ от 18 августа 2014 г. и учебным планом послевузовского профессионального образования.

Учебное здание предназначено для освоения аспирантами анализа биоклиматических факторов окружающей среды, определяющих потенциальную продуктивность агрофитоценозов, и расчета возможной урожайности растений в конкретных почвенно-климатических и хозяйственных условиях.

В методических указаниях изложены методики и техники проведения практических работ, дан перечень необходимых для их проведения справочных материалов и оборудования. Каждая работа завершена контрольными вопросами для оценки знаний.

В результате проведения практических работ студент должен *знать*: основные факторы жизни растений и законы земледелия; удобрения и особенности их применения; задачи и системы обработки почвы; системы земледелия и севообороты; сельскохозяйственные мелиорации; интегрированные системы защиты растений от болезней вредителей и сорняков; семеноведение и семеноводство; охрана природы и окружающей среды; безопасность жизнедеятельности; морфологические, биологические особенности и приемы возделывания сельскохозяйственных культур; сельскохозяйственные машины и тракторы;

уметь: проводить расчеты потребностей растений в элементах минерального питания, определять дозы и нормы органических и минеральных удобрений; разрабатывать схемы чередования культур и проектировать различные виды севооборотов; разрабатывать системы обработки почвы под различные сельскохозяйственные растения в разных почвенно-климатических условиях; системы защиты растений от болезней, вредителей и сорняков; технологические схемы возделывания сельскохозяйственных культур в разных почвенно-климатических зонах; комплектовать

сельскохозяйственные машины и энергетические средства; планировать свою деятельность по самостоятельному изучению дисциплины и решению задач; выбирать способы, методы, приемы, средства, критерии для решения поставленных задач освоения дисциплины; контролировать, проверять, осуществлять самоконтроль до, в ходе и после выполнения работы; пользоваться справочной и методической литературой;

владеть: навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования, приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования, систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме, методами исследований в области сельского хозяйства

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данной дисциплины необходимы для сдачи кандидатского экзамена по спецдисциплине и могут быть использованы при подготовке и написании диссертации по научной специальности 06.01.01 – «Общее земледелие».

Выполнение практических занятий направлено на формирование следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения ОПОП ВО): *общепрофессиональных*: владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции; *профессиональных*: владение методами оценки состояния агрофитоценозов и приемами коррекции технологий возделывания сельскохозяйственных культур в различных природных условиях; владение методами программирования урожаев полевых культур для различных уровней агротехнологий; способность оценить пригодность земель для возделывания сельскохозяйственных культур с учетом производства качественной продукции.

Занятие 1. Агротехнические основы и практические приемы программирования урожая

Цель занятия. Изучить, какое значение имеет программирование урожая как одно из важнейших проявлений научно-технического прогресса в земледелии и растениеводстве, и какие задачи оно решает в целях оптимизации производства растениеводческой продукции на промышленной основе. Очень важно понять, что программирование урожая – это метод комплексного подхода в реализации достижений агрономических наук для эффективного использования природных ресурсов и урожайной способности районированных сортов.

Практическое применение программирования урожая в производственных условиях связано с необходимостью теоретического обоснования элементов технологии возделывания культур, и использования их при разработке и применении в конкретных условиях хозяйства. Технология возделывания культур, или агротехника, представляет собой сочетание агротехнических приемов, позволяющих создать необходимые условия растениям для развития всех элементов структуры урожая, последовательное и научно обоснованное применение которых даст возможность при полной обеспеченности посевов регулируемы́ми факторами полностью раскрыть потенциальные возможности культуры, сорта и получить максимально возможный уровень урожайности высокого качества.

Технология возделывания культур предусматривает обязательное применение следующих основных элементов: размещение посевов по лучшим предшественникам в системе севооборотов; возделывание высокоурожайных культур и сортов; научно обоснованная система подготовки семян к посеву и обработки почвы; сроки и способы посева; нормы высева семян; сроки, способы и дозы внесения удобрений; уход за посевами, предусматривающий защиту посевов от сорняков, вредителей и болезней растений; сроки и способы уборки урожая. Применительно к каждой культуре все это подробно рассматривается в профильных агрономических дисциплинах: «Растениеводство», «Кормопроизводство», «Овощеводство» и др., потому в задачу дисциплины «Программирование урожая сельскохозяйственных культур» не входит подробное изложение прикладных (практических) вопросов, а дается лишь теоретическое обоснование ряда из вышеперечисленных агротехнических приемов и их практическое применение, позволяющих

научно обоснованно обеспечивать посевы культур регулируемыми факторами, а также рационально использовать семена, удобрения и др. В частности, методику расчета норм высева, позволяющую получать оптимальную густоту стеблестоя (травостоя) с минимальным расходом семян.

Нормы высева сельскохозяйственных культур в различных районах возделывания неодинаковы и зависят не только от почвенно-климатических условий, но и от цели возделывания культуры, способов посева и посевных качеств семян. Они устанавливаются по весу и по количеству семян, высеваемых на единицу площади. Для каждого хозяйства нормы высева определяют из расчета посева семян 100% посевной годности (ПГ). Поэтому их следует уточнить в соответствии с фактической посевной годностью.

Для расчета весовой нормы высева надо знать значение массы 1000 семян (прил. 1) и количество семян, высеваемых на 1 га в данном районе (прил. 2).

Если массу 1000 семян обозначить через a , число миллионов чистых и всхожих семян через M , то весовая норма будет

$$K = a \times M.$$

Вычисленная весовая норма означает число килограммов чистых семян на 1 га при 100% посевной годности посевного материала.

Однако в производственных условиях семенной материал, как правило, имеет посевную годность ниже 100%. Поэтому необходимо внести поправку в норму высева с учетом фактической посевной годности.

Для кондиционных семян вычисляют их посевную годность, под которой понимается % чистых и всхожих семян. Вычисляют её по формуле:

$$ПГ = \frac{AB}{100},$$

где A – чистота семян, %;

B – всхожесть, %.

Посевную годность выражают в целых процентах. Например, при чистоте 99,5% и всхожести 97% посевная годность семян составит:

$$\frac{99,5 \cdot 97}{100} = 96,5 \text{ или } 97\%.$$

Посевная годность семян служит для внесения поправки в весовую норму высева применительно к данному семенному материалу.

Для внесения поправки надо норму высева (при 100% ПГ) разделить на фактическую посевную годность и умножить на 100

$$X = \frac{K \cdot 100}{ПГ},$$

где K – норма высева при 100% посевной годности;

$ПГ$ – фактическая посевная годность;

X – норма высева с поправкой на фактическую посевную годность, кг.

Нередко возникает необходимость определения посевного коэффициента и весовой нормы высева, когда известно количество семян, фактически высеваемых на 1 погонном метре.

Некоторые пропашные культуры (подсолнечник, кукуруза, сахарная свекла) высевают по числу семян на 1 линейный метр рядка. Например, кукурузу высевают по 6-7 зёрен, подсолнечник – по 4-5 семян и сахарную свеклу – по 14-16 семян.

Для определения весовой нормы высева надо знать ширину междурядий возделываемой культуры и затем вычислить площадь линейного метра рядка (площадь питания растений). При ширине междурядья 70 см для кукурузы и подсолнечника она будет равна $0,7 \text{ м}^2$, а при 45 см для свеклы – $0,45 \text{ м}^2$, для зерновых – $0,15 \text{ м}^2$.

Зная площадь метрового рядка, число высеваемых семян на эту площадь и массу 1000 семян, нетрудно рассчитать весовую норму высева.

Пример 1. Рассчитать весовую норму высева яровой твердой пшеницы при коэффициенте высева 5,0 млн. всхожих семян на 1 га, всхожести 95% и чистоте 98%.

1. $ПГ = \frac{98 \times 95}{100} = 93,1\% \cong 93\%.$

2. $K_e = 5,0 \text{ млн.} \times 45 \text{ г} = 225 \text{ кг/га.}$

3. $N_v = (225 \times 100) / 93 = 242$ кг/га (весовая норма высева).

Пример 2. На погонный метр рядка высевается 16 клубочков кормовой свеклы, масса 1000 семян 22 г, ширина междурядья 45 см. Рассчитать норму высева.

1. На $0,45 \text{ м}^2$ – 16 семян
на 10000 м^2 – X

$$X = 356 \text{ тыс./га}$$

2. $N_v = 356 \times 22 = 7,8$ кг/га.

Задание 1. Определить норму высева изучаемых растений.

Таблица 1

Результаты расчета нормы высева

| Культура | Масса 1000 семян, г | Посевной коэффициент | ПГ, % | Ширина междурядий, см | Весовая норма высева, ц/га |
|----------|---------------------|----------------------|-------|-----------------------|----------------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |

Задание 2. Знакомство с программированием оптимальной предуборочной густоты стеблестоя (травостоя).

Условия, влияющие на формирование густоты стеблестоя

Накопление растениями органического вещества происходит в процессе фотосинтеза и зависит от площади листьев и ФП, поэтому на эти показатели и уровень урожайности посевов влияет количество растений на единице площади, сохранившихся к уборке. Густота стеблестоя (травостоя) формируется под воздействием факторов внешней среды и уровня агротехники, которые условно можно объединить в две основные группы. Первая группа влияет на получение количества растений к фазе полных всходов, посевные качества семян (норма высева, глубина их заделки и условия увлажнения в верхних слоях почвы и др.). Вторая определяет сохранность растений за период от полных всходов до уборки, а для многолетних трав и озимых культур – в процессе перезимовки

и связана с метеорологическими условиями за этот период, проведением ухода за посевами и др. На количество растений к уборке оказывают влияние полевая всхожесть семян, выживаемость и сохранность растений, которые следует прогнозировать и учитывать при расчете норм высева семян. Полевая всхожесть – отношение числа растений в фазу полных всходов к количеству высеянных всхожих семян на единице площади, выраженное в процентах. Расчетная формула полевой всхожести семян (Пв) может выглядеть так:

$$Пв = \frac{Ч \times 100}{К},$$

где ч – число растений в фазу полных всходов, шт. на 1 м^2 ,
к – количество всхожих высеянных семян, шт. на 1 м^2 .

Сохранность растений – показатель, характеризующий отношение полученных в фазу полных всходов растений, сохранившихся к уборке к количеству растений, полученных в фазу полных всходов (шт./ м^2), выраженное в процентах.

Расчетную формулу сохранности растений (Ср) можно представить в следующем виде:

$$Ср = \frac{Ру \times 100}{Рпв},$$

где Ру – растения к уборке, шт. на 1 м^2 ;
Рпв – растения в фазу полных всходов, шт./ м^2 .

Изменение величины показателя сохранности растений за период от полных всходов до уборки связано с гибелью растений и зависит от многих факторов: низкой влагообеспеченности (засуха), повреждение растений вредителями и болезнями, уничтожение (вырезание) растений при нарушении технологии ухода за посевами (боронование по всходам, междурядная обработка, неразумное применение гербицидов и др.).

Выживаемость растений – показатель, характеризующий отношение количества растений, сохранившихся к уборке к количеству высеянных всхожих семян (шт./ м^2), выраженное в процентах, иными словами, этот показатель характеризует количество растений, полученных к уборке от каждых 100 шт. высеянных всхожих

семян. Выживаемость растений (V_p) может рассчитываться следующими способами:

а) через количество высеянных всхожих семян по формуле:

$$V_p = \frac{\text{растений к уборке, шт./м}^2 \times 100}{\text{семена всхожие, шт./м}^2}$$

б) через показатели полевой всхожести семян и сохранности растений:

$$V_p = \frac{P_v \times C_p}{100}$$

где V_p – выживаемость растений, %;

P_v – полевая всхожесть семян, %;

C_p – сохранность растений, %.

Показатели полевой всхожести семян и выживаемости растений можно брать из справочной литературы с соответствующими обоснованными поправками на уровень проектируемой технологии возделывания культуры;

в) через полевую всхожесть и сохранность растений с учетом посевной годности высеянных семян:

$$V_p = \frac{ПГ \times P_v \times C_p}{10000}$$

где V_p – выживаемость растений, %;

ПГ – посевная годность семян, %;

P_v – полевая всхожесть семян, %;

C_p – сохранность растений, %.

Посевная годность семян (ПГ) представляет собой произведение чистоты семян на лабораторную всхожесть. Таким образом, при расчете норм высева под планируемую густоту следует заранее спрогнозировать величины показателей: полевой всхожести семян, выживаемости и сохранности растений, зависящих от складывающихся метеорологических условий и уровня агротехники. Прогнозировать эти показатели и также коэффициент продуктивной кустистости очень трудно, поскольку неизвестно, как сложатся метеорологические условия в период вегетации, потому приходится пользоваться средними данными, полученными в опытах

и производственных условиях. По обобщенным данным, продуктивная кустистость озимой ржи составляет в среднем 1,47, озимой пшеницы – 1,6, а яровых зерновых хлебов – в пределах 1,0-1,3, а полевая всхожесть яровой пшеницы – в среднем 70-94%, выживаемость растений – 66-69%, с колебаниями – от 57 до 85%. Аналогичные показатели выведены и по кормовым культурам. Показатели полевой всхожести семян и сохранности растений зависят, в первую очередь, от уровня обработки почвы, посевных качеств семян и подготовки их к посеву, выбора оптимальных для складывающихся условий срока посева, глубины заделки семян, приемов ухода за посевами, и т.д., то есть при оптимизации всех элементов технологии эти показатели могут достигнуть максимальных значений, при нарушении технологии могут значительно снижаться. Знание этих вопросов и умение применить их на практике позволяет агроному максимально приблизить полевую всхожесть семян к лабораторной, а сохранность растений к 100%, то есть необходимо стремиться к тому, чтобы каждое высевное семя дало полноценные всходы, а каждое полученное растение достигло уборочной (укошной) спелости, что позволит уменьшить расход семян, который в структуре себестоимости получаемой продукции растениеводства занимает не последнее место.

Контрольные вопросы

1. Какие основные требования предъявляются к посевным качествам семян зерновых культур?
2. Каковы показатели кондиционности семян?
3. Что такое «посевная годность семян», методика ее определения?
4. Полевая всхожесть семян. Значение и методика ее определения.
5. Каковы основные различия между полевой и лабораторной всхожестью?
6. Что такое «сохранность» и «выживаемость» растений, методика их определения и основные агротехнические приемы, способствующие повышению этих показателей?
7. Понятие об оптимальной густоте стеблестоя разных культур. Ее зависимость от факторов внешней среды и почвенно-климатических условий.
8. Основные методы расчета норм высева полевых культур, применяемые в настоящее время.
9. Какова методика расчета нормы семян под планируемую (оптимальную) предуборочную густоту с учетом посевной годности семян, их полевой всхожести и сохранности растений?

Занятие 2. Фотосинтетически активная радиация и планирование урожайности по приходу ФАР

Цель занятия. Изучить биоклиматические факторы окружающей среды, теоретически обосновать и практически реализовать максимальное аккумулирование солнечной энергии сельскохозяйственными культурами.

Солнце является огромным и неистощимым источником энергии, который используется всеми животными и растительными организмами планеты Земля. Количество энергии, поступающей на Землю от Солнца, измеряется поистине астрономическими цифрами – многими млрд. кДж/га и зависит от широты местности, времени года, времени суток.

Растения при участии пигментов хлорофилла, придающего листьям и растениям зеленый цвет, каротиноида – желтый, антоциана – красный и фитохрома – синий, усваивают солнечную радиацию, преобразуя ее в углеводы, т.е. энергия солнца в растениях аккумулируется в виде энергии накопленного органического вещества.

Органическое вещество растений составляет 90-96% от общей их биомассы, а потому становится понятным, насколько важную роль играет программирование урожая и система мер, направленных на оптимизацию фотосинтетической деятельности посевов. Растения в процессе фотосинтеза могут использовать из общего количества поступающей на Землю солнечной радиации с длиной волн от 280 до 4000 нм только излучение в интервале от 310 до 710 нм, которое принято называть *фотосинтетически активной радиацией* (ФАР).

При программировании урожайности по приходу ФАР следует учитывать информацию по конкретному региону о приходе солнечной энергии, которая является энергетической основой фотосинтеза, транспирации, поглощения и передвижения элементов минерального питания и ассимилянтов. Приход солнечной энергии формирует тепловой, водный и воздушный режимы почвы и растений в течение всей их вегетации. Измерение прихода ФАР – трудоемкая работа, требующая специального оборудования, может проводиться в учреждениях Гидрометслужбы, поэтому для приближенных расчетов можно пользоваться материалами

климатологических карт, в которых приводятся средние месячные данные прихода ФАР и за вегетационный период.

Для Самарской области приход ФАР по месяцам приведен в таблице 2.

Таблица 2

Фотосинтетически-активная радиация на широте Самарской области (по М. К. Каюмову)

| Месяцы | Приход ФАР, кДж/см ² | Месяцы | Приход ФАР, кДж/см ² |
|---------------|---------------------------------|----------|---------------------------------|
| Январь | 5,02 | Июль | 31,77 |
| Февраль | 8,36 | Август | 26,76 |
| Март | 17,98 | Сентябрь | 15,89 |
| Апрель | 25,5 | Октябрь | 8,78 |
| Май | 31,35 | Ноябрь | 4,6 |
| Июнь | 34,7 | Декабрь | 3,35 |
| <i>За год</i> | | | <i>214,1</i> |

Для расчета ФАР, приходящей на посев определенной культуры, требуется установить фактическую продолжительность вегетационного периода и суммировать ФАР соответственно числу дней в каждом месяце.

Приводим пример расчета ФАР за период вегетации ячменя. Период от посева до созревания у него составил 85 дней (с 6 мая по 31 июля). В данном случае ФАР (Q_{фар}) за вегетацию ячменя составит:

$$Q_{\text{фар}} = \frac{35,35 \times 25}{31} + 34,7 + 31,77 = 91,76 \text{ кДж/см}^2.$$

Однако коэффициент использования ФАР (К_{фар}) посевами будет зависеть от многих причин: сорта, почвенного плодородия, влагообеспеченности, технологии возделывания и других факторов. Согласно данным А. А. Ничипоровича (1966), коэффициент использования ФАР обычных производственных посевов составляет 1,5-3% и рекордных – 3,5-5%. Он установил, что наиболее высокие урожаи создают посевы, имеющие общую площадь листовой поверхности 40-50 тыс. м²/га, поглощающие при этом максимум солнечной радиации.

Расчет потенциальной урожайности биомассы при заданном коэффициенте использования ФАР, оптимальном режиме метеорологических условий и высокой культуре земледелия рассчитывается по формуле:

$$\text{Убиол.} = \frac{Q_{\text{фар}} \times K_{\text{фар}} \times 10^4}{K}, \text{ ц/га,}$$

где Убиол. – максимально возможная величина урожая абсолютно сухой массы, ц/га;

$Q_{\text{фар}}$ – приход ФАР за вегетационный период культуры, кДж/см²;

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

K – калорийность 1 кг сухой биомассы, кДж, (прил. 3);

10^4 – коэффициент перевода в абсолютные величины.

Пример. Рассчитать потенциальную урожайность ячменя при использовании 2% ФАР:

$$\text{Убиол.} = \frac{91,76 \times 2 \times 10^4}{19228} = 95,45 \text{ ц/га}$$

Далее, исходя из соотношения зерна к соломе (прил. 3) и стандартной влажности, необходимо рассчитать урожай зерна, пользуясь следующей формулой:

$$U_z = \frac{\text{Убиол.} \times 100}{(100 - В) \times Л} \text{ ц/га}$$

где U_z – урожай зерна или какой-либо другой основной с.-х. продукции при стандартном содержании в ней влаги, ц/га;

$В$ – стандартная влажность основной продукции, %;

$Л$ – сумма частей в отношении основной и побочной продукции в общем урожае биомассы (например, при соотношении основной и побочной продукции 1:1,4 $Л=2,4$) (прил. 3).

Таким образом, урожайность ячменя в данном случае составит:

$$U_z = \frac{95,45 \times 100}{(100 - 14) \times 2,4} = 46,25 \text{ ц/га}$$

Рассчитанный урожай зерна в 46,25 ц/га при использовании 2% солнечной радиации, не следует считать предельным. Увеличивая коэффициент использования ФАР до 3-4 и более процентов, можно рассчитать возможные максимальные урожаи сельскохозяйственных культур. Однако, такие урожаи можно получить лишь при оптимальном сочетании водного, пищевого и воздушного режимов. В связи с тем, что природно-климатические условия нашей

страны весьма разнообразны, при программировании урожаев необходимо установить факторы, ограничивающие рост продуктивности посевов для каждой почвенно-климатической зоны.

Задание. Определить потенциальные урожаи культур, изучаемых в опыте (табл. 3).

Таблица 3

**Потенциальные урожаи полевых культур (ПУ)
по использованию ФАР**

| Культура | Q _{фар} , кДж/см ² | К _{фар} , % | К, кДж/кг | Убиол, т/га | Л | В, % | ПУ основной продукции, т/га |
|-------------------|--|----------------------|-----------|-------------|---|------|-----------------------------|
| Озимая рожь | | | | | | | |
| Озимая пшеница | | | | | | | |
| Яровая пшеница | | | | | | | |
| Ячмень | | | | | | | |
| Овес | | | | | | | |
| Кукуруза на зерно | | | | | | | |
| Кукуруза на силос | | | | | | | |
| Просо | | | | | | | |

Контрольные вопросы

1. Роль солнечной энергии в создании ископаемых энергоносителей.
2. В каких формах поступает солнечная энергия на Землю и в каких единицах измеряется?
3. Из каких показателей складываются приходная и расходная части баланса поступающей и аккумулированной посевами солнечной энергии?
4. Что такое ФАР? Методика расчета ФАР за вегетационный период различных сельскохозяйственных культур.
5. В чем сущность методики определения потенциальной урожайности по заданному приходу ФАР?
6. Что такое калорийность и каковы ее средние значения у разных кормовых культур?
7. Каков возможный уровень урожайности в зависимости от КПД ФАР и группировка посевов по коэффициенту использования (КПИ) ФАР?

Занятие 3. Влагообеспеченность посевов полевых культур и определение действительно возможного уровня урожайности

Цель занятия. Ознакомление с методами программирования урожая полевых культур для различных уровней влагообеспеченности посевов.

При программировании выделяют три вида урожайности – потенциальная, действительно возможная и производственная. *Потенциальная урожайность* (ПУ) – урожайность, которая может быть получена в идеальных метеорологических условиях при обеспеченности посевов в необходимом количестве теплом и влагой с учетом биологических особенностей культуры, сорта, уровня агротехники, прихода ФАР и др., которая является величиной непостоянной, – она возрастает при совершенствовании технологии возделывания культуры, применении лучших сортов и гибридов, обеспечении баланса питательных веществ и влаги в соответствии с заданным КПД ФАР и др. *Действительно возможная урожайность* (ДВУ) теоретически может быть обеспечена генетическим потенциалом сорта или гибрида и лимитирующими нерегулируемыми факторами, которые в разных почвенно-климатических зонах ограничивают уровень урожайности растений: влагообеспеченность посевов, обеспеченность углекислотой, необходимой для фотосинтеза, плодородие почвы, реакция почвенной среды, воздушный и тепловой режимы, приход ФАР, уровень агротехники и ряд других с учетом лимитирующего фактора, основываясь на законе минимума. В условиях Самарской области нерегулируемым (лимитирующим) фактором, находящимся в первом минимуме, является влага (влагообеспеченность посевов), которая ограничивает ДВУ. *Урожайность, получаемая в производственных условиях (фактическая)* (УП) – один из важнейших показателей хозяйственной деятельности предприятия, характеризующий, насколько в течение вегетационного периода удовлетворялась потребность растений в факторах внешней среды и соблюдался научно обоснованный уровень агротехники.

Потребность растений (посевов) во влаге характеризуется тремя основными показателями: транспирационным коэффициентом, коэффициентом водопотребления и суммарным водопотреб-

лением. Транспирационный коэффициент свидетельствует о количестве единиц воды, необходимых растению на транспирацию для создания одной единицы сухого вещества, т.е. на испарение с поверхности листьев, растений. Транспирация выполняет роль терморегулятора растений и предохраняет их от перегревания (аналогично потоотделению у человека) и неминуемой гибели, способствует всасыванию воды корнями, передвижению минеральных питательных веществ – азота, фосфора, калия и микроэлементов, взятых из почвы, по растению.

Средние значения транспирационных коэффициентов по ряду наиболее распространенных культур, во-первых, характеризуют относительную засухоустойчивость растений, во-вторых, свидетельствуют о количестве единиц воды, затрачиваемых растением на транспирацию и создание одной единицы сухого вещества. Однако эти показатели трудно использовать в балансовых расчетах, поскольку в полевых условиях почвенная влага расходуется не только на транспирацию растений, но и испарение с каждой единицы площади посева (поверхности почвы), поэтому для расчетов применяется другой показатель – коэффициент водопотребления.

Коэффициент водопотребления (K_B) характеризует суммарные затраты воды на транспирацию растений и на испарение ее с поверхности почвы (в m^3 , мм) для создания одной единицы растениеводческой продукции (кг, ц, т) – зерна, сухой массы. Суммарное водопотребление (C) – показатель, характеризующий затраты воды на транспирацию растений и испарение с поверхности почвы для формирования урожая с единицы площади (с $1 m^2$, га), выраженное в m^3 , мм влаги. Расход на транспирацию в зависимости от условий может достигать 20-50% от общего суммарного расхода влаги, то есть непроизводительные потери влаги, связанные с испарением с поверхности почвы, могут достигать 50-80%, в связи с чем одна из важнейших задач прогрессивных технологий – сокращение непроизводительных потерь воды из-за испарения с поверхности почвы.

Величина ДВУ определяется по формуле:

$$ДВУ = \frac{W}{K_B},$$

где ДВУ – действительно возможный урожай по влажности, т/га основной продукции при стандартной влагоемкости;

W – запасы продуктивной влаги в $\text{м}^3/\text{га}$;
 K_v – коэффициент водопотребления, м^3 на 1 т основной продукции.

Запасы продуктивной влаги (W) можно определить по данным годового количества осадков ($O_{\text{г}}$). При этом необходимо учитывать, что осадки не полностью используются растениями. Часть из них стекает с талыми водами, испаряется с поверхности почвы, а также стекает во время ливневых осадков с полей, имеющих значительный уклон. Коэффициент использования осадков посевами колеблется от 0,5 до 0,8 в зависимости от рельефа и механического состава почвы. Для наших расчетов K_o условно возьмем равным 0,7. Запасы продуктивной влаги определяются по формуле:

$$W = O_{\text{г}} \times K_o.$$

Пример. По многолетним данным на территории Кинельского района ежегодно выпадает 410 мм осадков или $4100 \text{ м}^3/\text{га}$ (1 мм осадков равен 10 м^3 воды на 1 га). Запасы продуктивной влаги в этом случае составляют:

$$W = 4100 \text{ м}^3/\text{га} \times 0,7 = 2870 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Зная коэффициент водопотребления ячменя (прил. 4), можно рассчитать действительно возможный урожай:

$$ДВУ = \frac{W}{K_v} = \frac{2870 \text{ м}^3 / \text{га}}{1000 \text{ м}^3 / \text{т}} = 2,87 \text{ т} / \text{га} \text{ зерна}.$$

Более достоверные результаты можно получить, если продуктивную влагу (W) определять как запасы доступной для растений влаги в метровом слое почвы перед посевом и эффективно используемых осадков за вегетационный период:

$$W = W_{0-100} + O_v \times K_o,$$

где W_{0-100} – количество продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом (мм);

O_v – осадки вегетационного периода (мм);

K_o – коэффициент использования осадков (принят 0,7).

Пример. Запасы влаги в метровом слое почвы перед посевом составляют 140 мм. За вегетацию выпадает 120 мм осадков. Запасы продуктивной влаги в этом случае составляют:

$$W = 140 \text{ мм} + 120 \text{ мм} \times 0,7 = 224 \text{ мм или } 2240 \text{ м}^3/\text{га}.$$

При коэффициенте водопотребления ячменя $900 \text{ м}^3/\text{т}$ ДВУ зерна составит $2,5 \text{ т/га}$:

$$\text{ДВУ} = \frac{2240 \text{ м}^3 / \text{га}}{900 \text{ м}^3 / \text{т}} = 2,5 \text{ т/га}.$$

Итак, рассчитанный ранее потенциальный урожай зерна ячменя $4,62 \text{ т/га}$ (по приходу ФАР при 2% её использования) для условий Самарской области в зоне Кинельского района в богарных условиях, не может быть получен вследствие ограничивающего действия лимитирующего фактора – влагообеспеченности посевов.

Задание. Определить запасы продуктивной влаги сельскохозяйственных культур (табл. 4).

Таблица 4

Действительно возможные урожаи полевых культур
по влагообеспеченности посевов

| Культура | Ог, мм | Ов, мм | W ₀₋₁₀₀ , мм | W, м ³ /га | К, т/га | ДВУ, т/га |
|-------------------|--------|--------|-------------------------|-----------------------|---------|-----------|
| Озимая пшеница | | | | | | |
| Озимая рожь | | | | | | |
| Яровая пшеница | | | | | | |
| Ячмень | | | | | | |
| Овес | | | | | | |
| Просо | | | | | | |
| Кукуруза на силос | | | | | | |
| Кукуруза на зерно | | | | | | |

Контрольные вопросы

1. Классификация видов урожайности.
2. Понятие о ДВУ, ПУ, УП и пути сокращения разрыва между этими показателями.
3. Что такое транспирационный коэффициент? Каковы средние параметры этого показателя для разных групп культур?

4. Понятие о коэффициенте водопотребления полевых культур. Зависимость показателя от уровня агротехники, условий влагообеспеченности, культуры, сорта. Единицы измерения.

5. Понятие о суммарном водопотреблении, методика расчета этого показателя, единицы измерения.

6. Какова методика расчета ДВУ по влагообеспеченности, если известны запасы продуктивной влаги перед посевом и если не известны?

7. Каковы особенности расчета ДВУ однолетних и многолетних культур?

Занятие 4. Программирование урожая с учетом теплового режима полевых культур заданной климатической зоны

Цель занятия. Ознакомление с методами программирования урожаев полевых культур по тепловым ресурсам и общим требованиям к теплу.

В оценку теплового режима входят следующие основные показатели: сумма положительных температур, даты перехода среднесуточных температур через 0, +5, +10, +15°C, даты наступления поздних весенних и ранних осенних заморозков и продолжительность беззаморозкового периода (средняя, минимальная и максимальная), при этом важно сделать заключение, какие культуры, сорта могут «вписываться» в этот режим. Отсчет сумм положительных температур ведется от нескольких уровней: 0, +5, +10, +15°C, что связано с биологическими особенностями растений: при переходе среднесуточных температур через 0°C начинают прорастать семена и идти в рост холодостойкие растения (при положительных температурах +1, +3°C начинают прорастать семена пшеницы, ячменя, овса, житняка и др.); при температурах +5°C и выше появляются всходы холодостойких культур: пшеницы, ячменя, овса, гороха, кормовых трав: люцерны, эспарцета, донника, житняка, костреца безостого и др.; при температурах выше +10°C начинают прорастать семена теплолюбивых культур: кукурузы, сорго, суданской травы, гречихи, проса и др.

Таким образом, сопоставив потребность в тепле (сумме активных температур, °C) культур, сортов, гибридов разных групп спелости и обеспеченность этим фактором, с учетом дат перехода

суточных температур через 0, +5, +10, +15°C и продолжительности периода с этими температурами, можно оценить возможности возделывания этих культур, сортов в условиях конкретного региона.

Период вегетации культур, особенно теплолюбивых, в том или ином регионе ограничивается не только обеспеченностью суммой активных температур, но и продолжительностью беззаморозкового периода, что вносит существенные поправки в продолжительность вегетационного периода, а также нередко в производственных условиях приводит к повреждению посевов и даже их гибели в весенний и позднелетний периоды. Для более полной оценки биоклиматических условий региона следует учитывать не только продолжительность беззаморозкового периода, средние и возможные даты наступления весенних и осенних заморозков, но и устойчивость растений к заморозкам в разные фазы вегетации.

Устойчивость растений к заморозкам при падении температуры ниже 0°C на поверхности почвы и растений, наблюдаемая в вегетационный период при положительных среднесуточных температурах воздуха, зависит от биологических особенностей и фазы вегетации растений: в фазу всходов они наиболее устойчивы, а наименьшую устойчивость имеют в период формирования генеративных органов, цветения, плодоношения, налива.

Даты перехода среднесуточных температур через 0, +5, +10, +15°C, а также устойчивость растений к заморозкам следует учитывать и при определении сроков посева культур: семена холодоустойчивых культур: люцерны, донника, эспарцета, житняка, костреча безостого, пшеницы, овса, ячменя, гороха, нута, чины начинают прорастать при температурах +2, +3°C, а при +5, +6°C можно получить всходы, теплолюбивых: кукуруза, сорго, просо, суданская трава, могар, чумиза, соя, гречиха: при +8, +10°C.

Таким образом, оценка биоклиматических показателей позволяет: во-первых, установить тепловые ресурсы и влагообеспеченность конкретного региона, хозяйства: средние многолетние значения количества осадков и их распределение, сумму положительных температур, даты наступления поздних весенних и ранних осенних заморозков, продолжительность беззаморозкового периода; во-вторых, исходя из знаний и биологических особенностей культур и сортов, можно определить, какие из них необходимо возделывать в рассматриваемых условиях; в-третьих, зная средние даты перехода температур через определенные температурные

«пороги», учитывая начальные температуры прорастания семян и устойчивость растений к заморозкам, определить примерные сроки посева, позволяющие достигнуть посевам фазы полной спелости до наступления ранних осенних заморозков; в-четвертых, имеется реальная возможность оценить потенциальные возможности культур, сортов, учитывая, что позднеспелые сорта (гибриды) отличаются более высоким потенциалом урожайности.

При высоком уровне агротехники достижение урожайности, соответствующей потенциальной возможности сортов, ограничивается климатическими условиями района, т. е. программируемый уровень урожайности не должен превышать величину урожая, обеспечиваемую климатическими факторами. Под климатически обеспеченным урожаем понимают такой уровень урожайности, который можно достичь в идеальных почвенных и агротехнических условиях, при ограничивающем действии различных метеорологических факторов. Уровень климатически обеспеченного урожая всегда меньше потенциально возможного. Основным лимитирующим фактором является влага, но немаловажное значение имеют и тепловые ресурсы агроклиматических районов.

Обеспеченность района влагой оценивается по величине коэффициента увлажнения:

$$K_{увл} = \frac{586 \times W}{10^4 \times \sum p}$$

где W – водообеспеченность культур за период вегетации, мм;

$\sum p$ – суммарный приход ФАР за период вегетации культуры, ккал/см²;

586 – скрытая теплота испарения одного литра воды, ккал.

Связь между увлажнением и термическим режимом устанавливается гидротермическим показателем ГТП, который рассчитывается в баллах:

$$ГТП = 0,46 \times K_{увл} \times T_v,$$

где ГТП – гидротермический показатель продуктивности;

$K_{увл}$ – коэффициент увлажнения;

T_v – период вегетации культуры в декадах;

Урожайность по ГТП рассчитывается на основании зависимости:

$$Угтп = 22ГТП - 10,$$

где Угтп – урожай сухой биологической массы, ц/га.

Для перевода в урожайность при стандартной влажности используют значения коэффициента хозяйственной эффективности Кх по ранее указанным формулам.

Контрольные вопросы

1. Что входит в понятие «биоклиматические показатели» и биоклиматический потенциал сельскохозяйственных культур, сортов?
2. Каковы средние даты перехода среднесуточных температур через 0, +5, +10, +15°C в разных регионах Самарской области и какова сумма температур вышеуказанного уровня?
3. Какова потребность в тепле основных сельскохозяйственных культур разных групп спелости и их обеспеченность теплом за вегетационный период в разных почвенно-климатических зонах области?
4. Каковы средние даты наступления возможных поздних весенних и ранних осенних заморозков, продолжительность беззаморозкового периода в разных зонах области?
5. Какова устойчивость к заморозкам основных групп сельскохозяйственных культур в разные фазы вегетации?
6. Что характеризует ГТК?

Занятие 5. Планирование возможного урожая по биоклиматическому потенциалу

Цель занятия. Изучить биоклиматические факторы окружающей среды.

Большую, а иногда решающую роль в формировании урожая играют солнечные лучи, тепло, влага в комплексе.

Взаимоотношение этих факторов отражено в формуле А. М. Рябчикова, которая с высокой точностью позволяет определить биогидротермический потенциал продуктивности в конкретных климатических условиях:

$$Kp = \frac{WT_v}{36R},$$

где Кр – биогидротермический потенциал продуктивности, балл;

W – количество продуктивной влаги за вегетацию, мм;
 T_v – период вегетации, декад;
 R – радиационный баланс за вегетацию, ккал/см²;
 36 – число декад в году.

Радиационный баланс обычно на 4-5% выше ФАР и составляет примерно 52% от интегральной радиации. Его можно рассчитать следующим образом:

$$R = \frac{Q_{\text{фар}} \times 52}{48}.$$

Пример. Если приход ФАР ($Q_{\text{фар}}$) за вегетацию ячменя ($T_v = 8,4$ декады) составил 20,7 ккал/см² (или 48%), то радиационный баланс за этот период достигнет 22,4 ккал/см²

$$R = \frac{20,7 \text{ ккал} / \text{см}^2 \times 52\%}{48\%} = 22,4 \text{ ккал} / \text{см}^2.$$

Рассчитываем затем K_p если запасы продуктивной влаги за вегетацию ячменя (W) составил 287 мм

$$K_p = \frac{287 \text{ мм} \times 8,4 \text{ декад}}{36 \text{ декад} \times 22,4 \text{ ккал} / \text{см}^2} = 2,99 \text{ балла}.$$

Урожай сухой биомассы ячменя ($У_{\text{биол}}$) определяют:

$$У_{\text{биол}} = 2 \times K_p;$$

$$У_{\text{биол}} = 2 \times 2,99 = 5,98 \text{ т/га}.$$

Затем рассчитывается действительно возможный урожай ($ДВУ$), т. е. урожай основной продукции, в нашем примере зерна

$$ДВУ = \frac{У_{\text{биол}} \times 100}{(100 - Bst) \times L} = \frac{5,98 \times 100}{(100 - 14) \times 2,1} = 32 \text{ ц} / \text{га}.$$

Задание. Определить биогидротермический потенциал продуктивности представленных преподавателем культур в конкретных климатических условиях. Результаты оформить в виде таблицы (табл. 5).

Действительно возможные урожаи полевых культур
по биогидротермическому потенциалу

| Культура | R, ккал, см ² | W, мм | T _v , декады | K _p , балл | У _{биол.} , т/га | ДВУ, т/га |
|----------|-----------------------------|----------|----------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Контрольные вопросы

1. Что отражено в формуле А. М. Рябчикова?
2. Понятие – биогидротермический потенциал.
3. От чего зависит величина периода вегетации культур?
4. Что такое биологический урожай?
5. Каково практическое значение оценки биоклиматических показателей?

Занятие 6. Агрохимические основы программирования урожая и определение его балансовым методом

Цель занятия. Ознакомление с методами программирования урожаев полевых культур для различных уровней агротехнологий.

Разработка системы удобрений с учетом плодородия почвы является одним из принципов программирования урожайности. В решении задач, связанных с получением заданного программируемого уровня урожайности, обоснованием методов расчета и применением оптимальных доз удобрений, необходимо соблюдать следующие условия: 1) удовлетворить потребности растений в питательных веществах для получения запрограммированного уровня урожайности; 2) обеспечить сохранение и дальнейшее повышение эффективного плодородия почвы; 3) исключить загрязнение удобрениями водоемов, грунтовых вод и т.д., обеспечить охрану окружающей среды.

Расчетная (балансовая) группа методов определения доз удобрений на планируемую (программируемую) урожайность включает, в свою очередь, несколько модификаций. Так, из них наиболее широко применяются: а) метод элементарного баланса; б) на планируемую прибавку урожая; в) метод нормативного баланса. В расходной части баланса при использовании расчетно-

балансовой группы методов (модификация «а» и «б») учитывается вынос питательных веществ с планируемым (программируемым) урожаем, основанный на том, что с каждой единицей продукции (зерно, сухое вещество) выносится определенное количество единиц питательных веществ (N , P_2O_5 , K_2O). В приходной части баланса учитывается содержание доступных питательных веществ в почве, доза внесенных удобрений и поправки на проценты их использования (коэффициенты выноса питательных веществ из почвы и удобрений), которые зависят от уровня влагообеспеченности почвы в течение вегетационного периода и технологии возделывания культуры.

Таким образом, в настоящее время существует несколько методик расчета доз удобрений, однако в основу всех их положены данные по выносу питательных веществ и коэффициенты использования их из почвы и из удобрений. М. К. Каюмов (1989) внес дополнения к этой классификации и условно подразделил методы расчета на 4 группы по следующим признакам:

1. Под запланированный урожай по выносу питательных веществ с учетом эффективного плодородия почв и использования элементов питания из вносимых туков. (Эта методика нашла наиболее широкое распространение).

2. На планируемую прибавку, когда известны величины урожаев без внесения удобрений, т.е. потенциально возможные урожаи за счет эффективного плодородия почвы.

3. По показателям первой и второй групп, но с учетом дальнейшего повышения плодородия почвы.

4. По балльной шкале оценок почв – цена одного балла в продукции определенной культуры и возможной прибавки от удобрений.

Наиболее подробно рассмотрим из вышеперечисленных первый метод – метод элементарного баланса, который, в свою очередь, подразделяется на интенсивный, экстенсивный и бездефицитный. Интенсивный (положительный) – поступление питательных веществ в почву превышает их вынос с урожаем и потерь из почвы и удобрений. Экстенсивный (отрицательный или дефицитный) – вынос с урожаем и потери питательных веществ превышают их поступление в почву. Бездефицитный (нулевой) – статьи прихода и расхода и элементов питания равновелики.

Зная вынос питательных веществ с каждой единицей урожая, можно рассчитать общий вынос азота, фосфора, калия с планируемой урожайности, поскольку с каждой единицей продукции (сена, силоса, корнеплодов, зерна и т.д.) выносятся определенное количество азота, фосфора, калия. Эти величины довольно постоянные и ими следует пользоваться при расчете доз удобрений под планируемый уровень урожайности той или иной культуры.

Примерные коэффициенты выноса питательных веществ из почвы и из удобрений основными группами культур в зависимости от уровня влагообеспеченности приведены в приложении 5.

Количество доступных питательных веществ берется из картограмм хозяйства или (при отсутствии их) средние данные по их содержанию в разных типах почв ряда зон области.

При пользовании этими справочными материалами следует учитывать, что при лучшей влагообеспеченности посевов коэффициент использования питательных веществ повышается, потому следует брать более высокие значения этого показателя, при недостаточной влагообеспеченности – низкие.

Накопление и сохранение плодородия почвы связано с необходимостью обязательного применения органических удобрений, в частности навоза. При внесении органических удобрений следует учитывать, какое количество питательных веществ растение сможет получить из почвы, из вносимого навоза, а недостающее количество для получения программируемого уровня урожайности следует вносить с минеральными удобрениями.

Задание. Рассчитать балансовым методом дозы и нормы удобрений для конкретных почвенных условий (табл. 6).

Для расчёта использовать следующие данные:

1. Планируемая урожайность культуры. Обычно в засушливых условиях Поволжского региона для этого используют ДВУ, рассчитанный по влагообеспеченности посевов, для условий богары и ПУ, рассчитанную по приходу ФАР, для условий орошения.

2. Вынос элементов питания с 1 т основной продукции с соответствующим количеством побочной (прил. 5).

3. Содержание в почве легкодоступных веществ в мг на 100 г почвы. Эти данные выдаются преподавателем. В хозяйствах обычно используют данные агрохимических картограмм.

4. Масса пахотного горизонта почвы на 1 га 3000 т, значит 1 мг элемента в 100 г почвы соответствуют 30 кг его в пахотном горизонте на 1 га.

5. Коэффициенты использования питательных веществ из почвы, минеральных удобрений и навоза (прил. 6).

6. После люцерны в почве остаётся в среднем 100 кг, а после однолетних бобовых культур 50 кг симбиотического азота, коэффициент его использования в первый год 25%, во второй год – 10%.

Таблица 6

Расчет доз и норм удобрений на запланированный урожай

Культура _____

Планируемый урожай _____ т/га

| № п/п | Показатели | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | |
|-------------|---|-------------|-------------------------------|------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 1 | Выносится на 1 т урожая, кг (прил. 5) | | | | | |
| 2 | Общий вынос NPK на запланированный урожай, кг | | | | | |
| 3 | Содержание в пахотном слое: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>мг на 100 г</td> </tr> <tr> <td>кг на 1 га</td> </tr> </table> | мг на 100 г | кг на 1 га | | | |
| мг на 100 г | | | | | | |
| кг на 1 га | | | | | | |
| 4 | Коэффициент использования питательных веществ из почвы, % | | | | | |
| 5 | Возможный вынос NPK из почвы, кг/га | | | | | |
| 6 | С 1 т навоза вносится в почву, кг/га, (прил. 6) | | | | | |
| 7 | Вносится с навозом в почву NPK, кг/га | | | | | |
| 8 | Коэффициент использования NPK из навоза (прил. 6) | | | | | |
| 9 | Использование NPK из навоза, кг/га | | | | | |
| 10 | Вынос NPK из почвы и навоза, кг/га | | | | | |
| 11 | Требуется довести NPK с туками, кг/га | | | | | |
| 12 | Коэффициент использования NPK из туков (прил. 6) | | | | | |
| 13 | Норма внесения NPK на запланированный урожай, кг/га действующего вещества | | | | | |
| 14 | Вид минерального удобрения (прил. 7) | | | | | |
| 15 | Содержание действующего вещества в удобрении, % (прил. 7) | | | | | |
| 16 | Нормы внесения минеральных удобрений с туками, ц/га | | | | | |

Контрольные вопросы

1. Каковы основные методы и методики расчета доз удобрений?
2. Законы земледелия и растениеводства, которые следует учитывать при программировании урожаев и оценке обеспеченности посевов факторами внешней среды и реализация их на практике за счет применения соответствующих элементов технологии возделывания сельхозкультур.
3. Существующие методики расчета доз минеральных удобрений с учетом уровня урожайности и плодородия почвы.
4. В чем особенности методики расчета доз минеральных удобрений при внесении органических удобрений?
5. Каковы особенности методики расчета и внесения минеральных удобрений под многолетние травы?
6. Фактическое состояние с внесением органических и минеральных удобрений в 70-80-е годы прошлого столетия.
7. Дать анализ баланса по выносу питательных веществ и их возврату в почву в настоящее время.

Занятие 7. Продуктивность и рациональное использование орошаемых земель

Цель занятия. Ознакомление с методами оценки состояния агрофитоценозов и приемами рационального использования орошаемых земель в различных природных условиях.

Одним из факторов эффективности производства является продуктивность орошаемых земель. Основные направления повышения производства продукции растениеводства являются интенсификация и экстенсификация. Продуктивность – основной показатель сельскохозяйственного (с.-х.) производства. Под продуктивностью понимают относительный показатель объема продукции к ресурсу, которым может являться гектар, орошаемый гектар, 1000 м^3 оросительной воды, человек, единица энергии. Продуктивность выражается в физических и стоимостных единицах. На неё влияет значительное число факторов. Согласно основной концепции всеобщего управления качеством необходимо рассматривать три элемента производства: продукцию, технологию и систему управления. Для повышения продуктивности орошаемых земель можно использовать более продуктивные новые сорта семян, полученные селекционным путём, или проводить их районирование. Это является использованием более качественного ресурса

и носит экстенсивный характер. В настоящее время основное внимание уделяется разработке и улучшению основных технологий выращивания продукции растениеводства. Но основная задача при управлении производством продукции растениеводства заключается в том, что необходимо определить основные факторы воздействий и выявить эффективные управляющие ресурсы, оказывающие значительное влияние на продуктивность орошения в хозяйстве – первичном звене с.-х. производства.

Один из путей решения проблемы экономии водных ресурсов в ирригации является применение водосберегающих технологий орошения. В мировой практике распространены три основных способа полива: полив по бороздам (полосам), дождевание, капельное орошение.

Полив по бороздам является наиболее применимым способом. Вода при таком поливе доставляется непосредственно к корням, что способствует лучшему её использованию растениями. Меньше распространяются болезни, так как на надземную часть растений влага не попадает. При таком способе тяжело добиться равномерного распределения воды по всей площади, что приводит к её перерасходу. На лёгких песчаных и супесчаных почвах происходит большая фильтрация воды, что также приводит к потерям. Такой способ требует тщательной планировки поверхности почвы и достаточно трудоёмкий.

Дождевание позволяет более равномерно распределять влагу по поверхности, регулировать поливные нормы, приблизить водоснабжение растений к их текущему водопотреблению. Однако при этом растения более подвержены заболеваниям и неизбежны потери воды на испарение в процессе полива.

Полив по бороздам и дождевание, при увеличении оросительных норм, могут вызвать вторичное засоление почвы, что отрицательно сказывается на мелиоративном состоянии почвы.

Капельное орошение (микроорошение), благодаря многочисленным преимуществам сегодня является основой перевода орошаемого земледелия на интенсивное развитие. Оросительная вода подается непосредственно в корневую зону растений. Имеется возможность вносить одновременно с поливом растворимые удобрения и средства защиты растений.

Правильный выбор способов и техники полива предопределяет эффективность орошения, так как от этого в значительной

степени зависят режим орошения, урожайность сельскохозяйственных культур, производительность труда на поливе, объем планировочных работ, мелиоративное состояние орошаемого массива, конструкция и стоимость внутрихозяйственной сети, пропускная способность каналов, эксплуатационные затраты, себестоимость получаемой продукции и др. Оптимальный режим влагообеспеченности растений на орошаемых землях создается и регулируется искусственно системой поливов, производимых периодически в установленные заранее сроки и определенными поливными нормами. Суммарное количество воды, подаваемое в почву за все поливы на 1 гектар, составляет оросительную норму. Для разработки режима орошения необходимо установить нормы поливов, число и сроки их проведения.

Правильное определение числа, сроков и норм поливов имеет большое значение для экономного использования оросительной воды, недопущения заболачивания, засоления, эрозии почвы, повышения плодородия орошаемых земель. Получение высоких и устойчивых урожаев на орошаемых землях, прежде всего, зависит от правильного проектирования режима орошения и строгого его соблюдения. Режим орошения устанавливается, исходя из потребности растений в воде в течение вегетации и имеющихся запасов влаги в расчетном слое почвы к началу вегетационного периода.

Оросительная норма – количество воды, которое необходимо дать при поливах с.-х. культуре за весь период вегетации. Оросительная норма восполняет дефицит водного баланса 1 га посева, т. е. разницу между суммарным водопотреблением (расход воды на транспирацию растениями и испарение почвой) и естественными водными запасами влаги в почве. Величина оросительной нормы зависит от климатических и погодных условий, свойств почвы, особенностей растений и технологии их возделывания. Оросительная норма для зерновых культур до 2,5 тыс., люцерны 2-12 тыс. м³/га воды. Оросительную норму разделяют на поливные нормы.

Норма полива – количество воды, подаваемое за один полив, зависит от водно-физических свойств почвы, глубины и уровня увлажнения почвы. Норму полива можно определить по формуле А. Н. Костякова:

$$m = 100\gamma H B_0 - B$$

или

$$m = \gamma H B_0 100 - b ,$$

где m – норма полива, м³ /га;

γ – плотность сложения увлажняемого слоя почвы, т/м³;

H – глубина увлажнения почвы, м;

B_0 – влажность почвы после полива (принято ППВ; НВ), % от массы сухой почвы;

B – влажность почвы перед поливом, % от сухой почвы;

b – влажность почвы, % от ППВ: $b = 100 B B_0$.

Глубина увлажнения почвы при поливе принимается в зависимости от глубины распространенности корневой системы растений, которая по мере роста растений меняется и в период созревания этот рост останавливается. Поэтому глубина увлажнения дифференцируется также по периодам вегетации.

Контрольные вопросы

1. Продуктивность сельскохозяйственного производства.
2. Какие факторы влияют на продуктивность сельскохозяйственного производства?
3. Как повысить продуктивность орошаемых земель?
4. Основные способы поливов.
5. Преимущества капельного орошения.
6. Что такое оросительная норма?
7. Что такое поливная норма?

Занятие 8. Составление современных операционных технологий возделывания ведущих сельскохозяйственных культур Среднего Поволжья в различных агроландшафтах

Цель занятия. Научиться разрабатывать современные эффективные средосберегающие и ресурсосберегающие адаптивные технологии возделывания ведущих полевых и кормовых культур для различных агроландшафтов.

Устойчивое развитие растениеводства и животноводства, необходимость производства конкурентоспособной продукции сельского хозяйства требуют применения технологий, обеспечи-

вающих высокий уровень продуктивности культур с низкой себестоимостью продукции. Интенсификация отраслей сельского хозяйства – растениеводства, животноводства, кормопроизводства и др., реализуется в производственных условиях через интенсивные технологии возделывания полевых культур на основе внедрения и комплексного применения достижений науки, техники, удобрений, эффективных средств борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений, что требует дополнительных материальных затрат, которые при правильном научном подходе должны окупаться дополнительно получаемой продукцией и снижением ее себестоимости.

По расчетам ученых, в настоящее время до 70% недобора урожая сельскохозяйственных культур связано с нарушением технологий, поэтому овладение современными технологиями возделывания и уборки культур, заготовки и хранения кормов людьми, в чьих руках сосредоточены возможности реализации этих технологий (руководители, специалисты, механизаторы, фермеры и др.), имеет огромное практическое и экономическое значение.

«Технология возделывания» применительно к возделыванию сельскохозяйственных культур представляет совокупность последовательных работ по их выращиванию, уборке и послеуборочной доработке полученной продукции, приемов консервирования и хранения, а также перечень материально-технических средств и технико-экономических показателей.

Разработка операционной технологии требует индивидуального подхода к каждому полю, однако есть приемы, которые являются общими для многих культур: проведение всех операций с высоким качеством, снижение затрат труда на всех технологических операциях, применение современных машин и орудий с тщательно отрегулированными рабочими органами. Технология интенсивного типа предусматривает управление ростом и развитием на основе глубокого знания биологии культуры, сорта и применения основных принципов программирования урожаев (расчет уровня урожая по влагообеспеченности, формирование оптимальной густоты стеблестоя (травостоя), внесение доз удобрений под запланированный урожай, проведение вегетационных подкормок, мероприятий по борьбе с вредителями и болезнями и др.

Каждая технология, которую можно назвать интенсивной, исходя из современных представлений, должна включать в себя

следующие основные элементы: 1. Размещение каждой культуры по лучшим для нее предшественникам в системе севооборотов интенсивного типа. 2. В условиях естественного влагообеспечения рассчитывается возможный уровень урожайности по влагообеспеченности, а при орошении растения обеспечиваются влагой в оптимальных размерах. 3. Применение научно обоснованной зональной системы обработки почвы и подготовки ее к посеву. 4. Обеспечение растений элементами минерального питания в расчетных дозах под возможный уровень урожайности, рассчитанного по влагообеспеченности, с учетом содержания элементов питания в почве и потребности растений в питательных веществах, с дробным внесением азотных удобрений в период вегетации растений. 5. Использование научно обоснованных норм высева семян для формирования оптимальной густоты стеблестоя с фотосинтетическим потенциалом посевов, обеспечивающим получение максимально возможного уровня урожайности. 6. Возделывание высокоурожайных культур и сортов интенсивного типа, с повышенной засухоустойчивостью, хорошо отзываются на увлажнение, уровень агротехники и внесение удобрений. 7. Использование интегрированной системы защиты растений от сорняков, вредителей и болезней, в необходимых случаях регулирование роста растений ретардантами, десикантами. 8. Ориентация всех технологий возделывания на защиту почв от эрозии и повышение год от года ее плодородия, накопление, сохранение и рациональное использование влаги, создание оптимальных условий для роста растений и формирование максимально возможного в этих условиях уровня урожайности. 9. Разработка для каждой культуры, сорта, поля технологических карт, учитывающих все исходные условия поля – плодородие, наличие сорняков, запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, предшествующие культуры, их урожайность, обработки почвы, внесение удобрений и др., применение машин, орудий, комплексов с учетом максимальной механизации всех процессов, начиная с подготовки семян, почвы и кончая уборкой и консервированием кормов. 10. Проведение всех операций своевременно и качественно в соответствии с технологической картой, внося в зависимости от складывающихся метеорологических и других условий изменения в операционную технологию, предусмотренную технологическими картами, снимая, добавляя или заменяя отдельные операции.

Задание. Разработать оптимальную технологию получения запланированной урожайности культуры предложенной преподавателем с учетом ближайшей перспективы, но реальную, принимая во внимание природные возможности зоны. При этом используются новейшие достижения науки и передовой практики, при условии полной обеспеченности семенами, удобрениями, ядохимикатами и техникой. Технологические операции представить в виде таблицы 7.

Таблица 7

Технологическая схема возделывания

| Операции | Обоснование | Оптимальные сроки проведения | Марки тракторов и с.-х. машин |
|----------|-------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | | |
| | | | |

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятий «технология возделывания культур».
2. «Прогрессивная, интенсивная технология».
3. Значение прогрессивных (интенсивных) технологий в увеличении производства растениеводческой продукции и снижении ее себестоимости.
4. Перечислите основные элементы прогрессивной (интенсивной) технологии и дайте обоснование применения каждого из элементов.
5. Роль и место программирования урожаев сельскохозяйственных культур в разработке и применении прогрессивных технологий интенсивного типа.
6. Дайте обоснование роли севооборотов как элемента технологий.

Приложение 1

Примерная масса 1000 семян

| Культура | Масса 1000 семян, г | Культура | Масса 1000 семян, г |
|----------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| Озимая рожь | 32-40 | Чина посевная | 220-300 |
| Озимая пшеница | 40-48 | Подсолнечник | 70-90 |
| Яровая пшеница | 38-43 | Свекла сахарная, кормовая | 18-25 |
| Ячмень | 40-45 | Рапс | 4-5 |
| Овес | 35-40 | Вика посевная | 55-60 |
| Просо | 7-9 | Козлятник восточный | 3,5-4,0 |
| Гречиха | 20-30 | Люцерна посевная | 2,0-2,5 |
| Горох посевной | 200-280 | Кострец безостый | 3,5-4,0 |
| Кукуруза | 200-250 | Суданская трава | 11-14 |
| Соя | 180-250 | | |

Приложение 2

Примерные посевные коэффициенты (млн. на 1 га)
по зонам Самарской области

| Культуры | Степная зона | Центральная зона | Северная зона |
|-----------------------|--------------|------------------|---------------|
| Озимая рожь | 4,5 | 5,0 | 5,5 |
| Озимая пшеница | 4,5 | 5,0 | 5,5 |
| Яровая пшеница | 4,0 | 5,0 | 5,5 |
| Ячмень | 4,0 | 4,0 | 4,5 |
| Овес | 4,0 | 4,0 | 4,5 |
| Просо | 2,5 | 2,5-3,0 | 3,0 |
| Гречиха (ряд.) | 3,0-3,5 | 3,5 | 3,5-4,0 |
| Гречиха (широкорядно) | 1,0-1,5 | 1,0-1,5 | 1,0-1,5 |
| Горох | 1,0 | 1,1 | 1,2 |
| Кукуруза на силос | 0,06-0,07 | 0,07-0,08 | 0,08-0,09 |
| Кукуруза на зерно | 0,05-0,06 | 0,05-0,06 | - |
| Подсолнечник | 0,04-0,05 | 0,05-0,06 | 0,06-0,07 |
| Рапс | 3,0 | 3,0 | 3,5 |
| Суданская трава | 2,5-3,0 | 3,0 | 3,5 |
| Вика | 2,5-3,0 | 3,0 | 3,5 |
| Люцерна | 8,0-9,0 | 9,0 | 9,0 |
| Кострец безостый | 6,0 | 6,0 | 7,0 |

**Калорийность сельскохозяйственных культур,
соотношение основной и побочной продукции**

| Культура | Стандартная влажность продукции, % | Отношение основной продукции к побочной | Сумма частей (Л) | Калорийность, ккал в 1 кг сухой биомассы | | |
|-------------------|------------------------------------|---|------------------|--|--------------------|--------------------|
| | | | | Целое растение | Основная продукция | Побочная продукция |
| Пшеница: | | | | | | |
| Озимая | 14 | 1:1,8 | 2,8 | 18600 | 19019 | 17975 |
| Яровая мягкая | 14 | 1:1,5 | 2,5 | 18810 | 19228 | 17975 |
| Яровая твёрдая | 14 | 1:1,5 | 2,5 | 19020 | 19395 | 18183 |
| Рожь озимая | 14 | 1:2 | 3,0 | 18392 | 18810 | 18015 |
| Ячмень | 14 | 1:1,1 | 2,1 | 18475 | 18935 | 18057 |
| Овёс | 14 | 1:1,3 | 2,3 | 18392 | 18726 | 18100 |
| Просо | 14 | 1:1,7 | 2,7 | 19228 | 19646 | 18810 |
| Гречиха | 14 | 1:2,5 | 3,5 | 18977 | 19310 | 18392 |
| Горох | 14 | 1:1,5 | 2,5 | 19688 | 20482 | 18935 |
| Соя | 14 | 1:1,1 | 2,1 | 20065 | 20482 | 19228 |
| Подсолнечник | 8 | 1:3 | 4,0 | 18600 | 19311 | 18100 |
| Кукуруза на зерно | 14 | 1:1,2 | 2,2 | 17138 | 17555 | 16720 |
| Кукуруза на силос | 70 | 1,0 | 1,0 | 16302 | 16302 | 16302 |
| Картофель | 80 | 1:0,7 | 1,7 | 17975 | 18225 | 17723 |
| Сахарная свёкла | 80 | 1:0,5 | 1,5 | 17680 | 18140 | 17598 |

Приложение 4

Коэффициенты водопотребления сельскохозяйственных культур по зонам Самарской области, м³ на 1 т.

| Культура | Зоны области | | | При орошении |
|-----------------------|--------------|-----------|-----------|--------------|
| | I | II | III | |
| Пшеница озимая и рожь | 700-1050 | 727-1037 | 662-925 | 800-900 |
| Пшеница яровая | 900-1130 | 968-1353 | 896-1243 | 900-1000 |
| Ячмень | 870-1120 | 1020-1167 | 945-1050 | - |
| Овёс | 900-1160 | 1065-1217 | 995-1105 | - |
| Просо | 980-1260 | 1065-1217 | 945-1050 | 971-1085 |
| Гречиха | 1100-1430 | 1361-1555 | 1350-1500 | 1140-1210 |
| Горох | 1100-1160 | 1065-1369 | 1260-1400 | 1029-1117 |
| Соя | - | 2041-2625 | 2100-2330 | 1870-2000 |
| Подсолнечник | 1530-1970 | 1750-2000 | 1575-1750 | - |
| Кукуруза на зерно | - | 612-800 | 543-700 | 500-600 |
| Кукуруза на силос | 100-150 | 110-160 | 100-120 | 80-90 |
| Картофель | 190-240 | 210-240 | 180-200 | 150-170 |
| Сахарная свёкла | 90-120 | 98-112 | - | - |

Приложение 5

Примерный вынос азота, фосфора и калия с урожаем сельскохозяйственных культур

| Культура | Вынос на 1 т основной продукции (с учётом побочной), кг | | |
|-------------------|---|---------|-------|
| | азота | фосфора | калия |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Пшеница озимая | 39 | 14 | 26 |
| Пшеница яровая | 40 | 12 | 17 |
| Рожь озимая | 30 | 14 | 26 |
| Ячмень | 28 | 12 | 19 |
| Овёс | 32 | 15 | 30 |
| Просо | 32 | 10 | 30 |
| Гречиха | 32 | 15 | 46 |
| Горох, вика | 66 | 17 | 22 |
| Соя | 88 | 23 | 36 |
| Подсолнечник | 60 | 26 | 95 |
| Кукуруза на зерно | 27 | 11 | 27 |
| Кукуруза на силос | 2,9 | 1,2 | 3,5 |
| Картофель | 6,2 | 2,2 | 13,0 |
| Сахарная свёкла | 5,9 | 2,1 | 7,4 |
| Рапс (семена) | 70 | 32 | |

Приложение 6

Коэффициент использования растениями питательных веществ из почвы и удобрений, %

| Культуры | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|---|-------|-------------------------------|------------------|
| Из почвы: зерновые, пропашные, однолетние и многолетние травы | 20 | 10-12 | 10-15 |
| Из минеральных удобрений: зерновые, однолетние и многолетние травы | 30-50 | 10-20 | 30-50 |
| Пропашные | 50-70 | 20-25 | 60-70 |
| Из навоза* | | | |
| 1 год | 25-30 | 30-40 | 30-60 |
| 2 год | 20 | 10-15 | 10-15 |
| 3 год | 10 | 5 | - |
| За ротацию севооборота | 55-60 | 45-60 | 60-75 |

Примечание:

| | | | |
|--|-----|-----|-----|
| *– содержание питательных веществ в навозе | | | |
| общее, % | 0,5 | 0,2 | 0,6 |
| кг в 1-й т удобрений | 5 | 2 | 6 |

Приложение 7

Основные минеральные удобрения

| № п/п | Удобрение | Содержание действующего вещества, % | | |
|-------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1 | Аммиачная селитра | 34 | - | - |
| 2 | Сульфат аммония | 21 | - | - |
| 3 | Мочевина | 46 | - | - |
| 4 | Суперфосфат простой | - | 20-27 | - |
| 5 | Суперфосфат двойной | - | 43-46 | - |
| 6 | Калийная соль | - | - | 40-60 |
| 7 | Калимаг | - | - | 40-47 |
| 8 | Хлористый калий | - | - | 45-60 |
| 9 | Сульфат калия | - | - | 51 |
| 10 | Азофоска | 16 | 16 | 16 |
| 11 | Азофоска | 19 | 19 | 19 |
| 12 | Нитроаммофос | 23 | 22 | - |
| 13 | Нитрофоска | 11 | 10 | 11 |

Рекомендуемая литература

1. Васильев, А. А. Программирование урожая картофеля в условиях Южного Урала / А. А. Васильев, В. С. Зыбалов // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – №4. – С.45-48.
2. Васин, А. В. Зернобобовые культуры Среднего Поволжья : монография / А. В. Васин. – Самара : ООО «Книга», 2011. – 275 с.
3. Васин, В. Г. Растениеводство / В. Г. Васин, А. В. Васин, Н. Н. Ельчанинова. – Самара, 2009. – 528 с.
4. Даниленко, Ю. П. Сахарное сорго и сорго-суданковый гибрид в Нижнем Поволжье / Ю. П. Даниленко, А. А. Зибаров, А. Б. Володин // Земледелие. – 2013. – №2. – С.33-34.
5. Каюмов, М. К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М. К. Каюмов. – М. : Агропромиздат, 1989. – 316 с.
6. Коломейченко, В. В. Растениеводство : учеб. пособие / В. В. Коломейченко. – М. : Агробизнесцентр, 2007. – 600 с.
7. Корчагин, В. А. Научные основы современных технологических комплексов возделывания яровой мягкой пшеницы в Среднем Заволжье : монография / В. А. Корчагин, С. Н. Зудилин, С. Н. Шевченко. – Самара : ООО «Медиа-Книга», 2013. – 343 с.
8. Мелихов, В. В. Программированное возделывание кукурузы на орошаемых землях Нижнего Поволжья / В. В. Мелихов, Ю. П. Даниленко, А. Г. Болотин // Земледелие. – 2011. – №2. – С.9-11.
9. Можаяев, Н. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур : учебное пособие / Н. Можаяев, П. Серикпаев, Г. Стыбаев. – Астана : Фолиант, 2013. – 160 с.
10. Новиков, С. А. Экономическая целесообразность возделывания программируемых урожаев яровой тритикале и пелюшки в чистых и смешанных посевах в условиях Верхневолжья / С. А. Новиков, В. А. Шевченко // Кормопроизводство. – 2014. – №1. – С.7-12.

Оглавление

| | |
|--|----|
| Предисловие..... | 3 |
| Занятие 1. Агротехнические основы и практические приемы программирования урожая..... | 5 |
| Занятие 2. Фотосинтетически активная радиация и планирование урожайности по приходу ФАР..... | 12 |
| Занятие 3. Влагообеспеченность посевов полевых культур и определение действительно возможного уровня урожайности..... | 16 |
| Занятие 4. Программирование урожая с учетом теплового режима полевых культур заданной климатической зоны..... | 20 |
| Занятие 5. Планирование возможного урожая по биоклиматическому потенциалу..... | 23 |
| Занятие 6. Агрохимические основы программирования урожая и определение его балансовым методом..... | 25 |
| Занятие 7. Продуктивность и рациональное использование орошаемых земель..... | 29 |
| Занятие 8. Составление современных операционных технологий возделывания ведущих сельскохозяйственных культур Среднего Поволжья в различных агроландшафтах..... | 32 |
| Приложения..... | 36 |
| Рекомендуемая литература..... | 40 |

Учебное издание

Васина Наталья Владимировна

Программирование урожаев сельскохозяйственных культур

**Методические указания
для практических занятий**

Отпечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать 4.09.2014. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 2,44, печ. л. 2,63.
Тираж 30. Заказ №187.

Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВПО Самарской ГСХА
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2
Тел.: (84663) 46-2-47
Факс 46-6-70
E-mail: ssaariz@mail.ru