

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

Кафедра земледелия, растениеводства и селекции

# **ЧАСТНОЕ РАСТЕНИЕВОДСТВО**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

*Для контактной и самостоятельной работы студентов  
направления подготовки 35.04.04 Агрономия  
очной и заочной форм обучения*

КАРАБАЕВО  
Костромская ГСХА  
2021

УДК 633/635  
ББК 42  
Ч 25

*Составитель:* канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры земледелия, растениеводства и селекции Костромской ГСХА  
*С.В. Болнова.*

*Рецензент:* канд. с.-х. наук, доцент кафедры экономики, организации производства и бизнеса Костромской ГСХА  
*Е.Н. Филиппова.*

*Рекомендовано методической комиссией факультета агробизнеса в качестве учебного пособия для контактной и самостоятельной работы студентов направления подготовки 35.04.04 Агрономия очной и заочной форм обучения*

**Ч 25 Частное растениеводство** : учебное пособие / сост. С.В. Болнова. — Караваево : Костромская ГСХА, 2021. — 32 с. ; 20 см. — 20 экз. — Текст непосредственный.

В учебном пособии приведено теоретическое обоснование классификации технологий выращивания полевых культур по интенсивности производства, методика проведения расчетов урожайности по ФАР, влагообеспеченности посевов, вопросы для самоподготовки обучающихся, список рекомендуемых источников.

Учебное пособие по курсу «Частное растениеводство» предназначено для студентов, обучающихся по направлению 35.04.04 Агрономия очной и заочной форм обучения.

УДК 633/635  
ББК 42

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КЛЬТУР	5
2. ПОНЯТИЕ ИНТЕНСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИХ ОСОБЕННОСТИ	9
3. ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ	13
4. МЕТОДИКА РАССЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ (ПУ) ПО ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИ АКТИВНОЙ РАДИАЦИИ (ФАР) И КОЭФФИЦИЕНТУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФАР ПОСЕВАМИ	16
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИ АКТИВНОЙ РАДИАЦИИ ПРИ ФАКТИЧЕСКОЙ УРОЖАЙНОСТИ	20
6. РАСЧЕТ ДЕЙСТВИТЕЛЬНО ВОЗМОЖНОЙ УРОЖАЙНОСТИ ПО ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОСЕВОВ	23
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	25
ПРИЛОЖЕНИЕ А	

## ВВЕДЕНИЕ

Современные технологии в сельском хозяйстве должны быть направлены на увеличение производства продукции за счет повышения урожайности путем более полной реализации биологического потенциала культур на базе широкого использования современных факторов интенсификации, обеспечивающих сохранение окружающей среды.

Учебная дисциплина «Частное растениеводство» является основополагающей при подготовке агрономических кадров.

В процессе изучения дисциплины студенты должны приобрести следующие знания и умения:

- Правильно распознать полевые культуры по морфологическим признакам;
- выбрать адаптивные полевые культуры и их сорта соответственно условиям района и агроландшафта;
- разработать современную (обычную, интенсивную, альтернативную, экологически безопасную) сортовую агротехнику выращивания той или иной полевой культуры для конкретных экологических условий с целью получения высокого урожая продукции хорошего качества;
- правильно выбрать и применить способ уборки урожая, послеуборочной обработки продукции и закладки ее на хранение;
- обеспечить экологическую безопасность на всех этапах производства растениеводческой продукции.

Изучив растениеводство студент должен:

- знать морфо-биологические особенности и современные технологии возделывания полевых культур в разных экологических условиях;
- уметь разрабатывать технологические схемы возделывания полевых культур с учетом ресурсосбережения, экологической безопасности, агрономической и экологической эффективности;
- владеть методами освоения современных агротехнологий производства экологически безопасной продукции растениеводства.

# 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Технология выращивания полевых культур это комплекс агротехнических приемов, выполняемых в строго определенной последовательности и направленных на удовлетворение требований биологии культуры с целью получения максимально возможного урожая при минимальных затратах труда.

Применяемые в настоящее время в сельскохозяйственном производстве РФ технологии возделывания культурных растений крайне упрощены из-за низкой платежеспособности и технической оснащенности сельхозтоваропроизводителей.

К настоящему времени сложились следующие основные типы технологий по интенсивности производства: простые, интенсивные, высокоинтенсивные.

**Простые (традиционные) технологии.** Используются в хозяйствах с низким уровнем доходности, кадрового обеспечения, и, как правило, рассчитаны для регионов с невысоким ландшафтным потенциалом – преимущественно степных и засушливых районов. При этом урожайность зерновых культур составляет около 20 ц/га. Техника слабо ориентирована на почвозащитную обработку, используются дешевые агрегаты и машины поколений 60-х годов XX столетия.

**Интенсивные технологии.** Рассчитаны на более глубокие знания и вовлекают в процесс производства сельскохозяйственной продукции минеральные удобрения, малообъемное использование средств защиты растений от болезней, вредителей и сорняков в зависимости от порога их вредоносности, дифференциальное внесение препаратов в различные фазы развития растений. Эти технологии рассчитаны на благоприятные по увлажнению ландшафты, их потенциал по урожайности зерновых составляет 30-40 ц/га.

**Высокие (высокоинтенсивные ресурсосберегающие) технологии** являются самым современным типом. Рассчитаны на более благоприятные ландшафты страны (районы Северного Кавказа и европейского Предуралья).

Обеспечивают получение урожайности зерновых 50-60 ц/га. Техника для этих технологий обеспечивает берегающее землепользование, точное управление процессами возделывания сельскохозяйственных культур, уборки урожая и его хранения. Она самоконтролирует качество выполняемых технологических операций с учетом изменяющихся условий ландшафта и оптимизирует использование всех видов ресурсов.

Применительно к технологической модернизации отечественного сельского хозяйства параметры технологий и комплексного воздействия их на производство представлены в предложенной академиками Н.В. Краснощековым схеме (таблица 1).

Таблица 1 – Качественные характеристики технологий производства растениеводческой продукции

Основные показатели	Типы технологий, их параметры по использованию знаний			
	экстенсивные	нормальные	интенсивные	высокие
1	2	3	4	5
Сорта	Толерантные	Пластичные	Интенсивные	С заданными параметрами
Почвенно-ландшафтные условия	Различной сложности, «народная» информация	Умеренно сложные, по данным обследования Ги-проземов	КУ>0,6 плоские ЭАА и пятнистости. Современный этап обследований	КУ>0,8. Плоские ЭАА, однородные ПК. Современный этап проектирования технологий.
Удобрения	Практически отсутствуют	Поддерживающие дозы, стартовые	Программированные	Информированные по фазам развития
Защита растений	Пассивная или отсутствует	Эпизодическая	Интегрированная по порогу вредоносности	Комбинированная, биолого-химическая
Обработка почвы	Система отвальной вспашки	Почвозащитная	Дифференцированная, минимальная, в том числе нулевая	Оптимизированная по проекту
Качество продукции	Неопределенное (зависит от условий года)	Неустойчиво-удовлетворительное, слабо управляемое	Отвечает требованиям рынка, условно управляемое	Сбалансированное по компонентам, управляемое
Землеоценочная основа	Почвенные карты 1:25000	Почвенные карты 1:10000	Почвенно-ландшафтные карты	Геоинформационные системы

1	2	3	4	5
Экологический риск	Активная деградация почв	Точечная деградация почв	Риск загрязнения	Минимальный риск, управляемый
Техника	Первого – второго поколения	Третьего поколения	Четвертого поколения, многофункциональная, высокоэнергонасыщенная	Адаптируемая, информационно-ориентированная по космомониторингу
Машиноиспользование	Неуправляемое (по способности механизатора)	По технологическим картам под контролем агронома	Крупногрупповое по операционным технологиям	Управление агрегатом в соответствии с потребностями растений и почвы
Подготовка кадров механизаторов	Традиционная, в том числе в хозяйстве по методу наставничества	Базовая, стандартная через профессиональное образование	Опыт не менее пяти лет, аттестация на исполнение ИТ	Механизатор высокого класса со стажировкой в базовом хозяйстве, сертификат ВТ
Подготовка специалистов технологов – менеджеров растениеводства, инженеров-технологов, технологов-менеджеров животноводства	Базовая по программам вузов, техникумов, квалификация – специалист-практик	То же	По новым программам вузов с получением сертификата ИТ	По новым программам + годичная агроординатура в базовом хозяйстве ВТ или за рубежом, сертификат ВТ
Экономическая результативность	В зависимости от климатических условий и рынка, нестабильная рентабельность +/-	Рентабельность определяется качеством работы по управлению издержками производства	Стабильная рентабельность на уровне самодостаточного развития	То же с выходом на зарубежный рынок инвестирования для агроинтеграции
Отношение к инвестициям	Устойчивая кредитозависимость, в том числе сезонная	Потребность в инвестициях в неблагоприятные годы и на новые проекты	Экономическая самодостаточность. Инвестиции на крупные проекты.	Самодостаточное развитие со стабфондом. Возможность инвестирования внешних проектов.
Отношение к агробизнесу	Высоко - рисковый	Средне - рисковый, устойчиво прибыльный при высокой производи-	Бизнес низким риском	Бизнес с высоким рейтингом

		тельности труда > 300 га на механизатора		
Отношение со сферой технологических услуг	Высокая потребность в сфере услуг, риск оплат	Основной потребитель услуг МТС	Потребность в проектно-консультационных услугах	Взаимодействия с отечественными и зарубежными научными организациями, вузами в развитии знаний, подготовке кадров, потребность в сервисе зарубежной техники

Примечание: КУ – коэффициент увлажнения;  
ИТ – интенсивные технологии;  
ВТ – высокие технологии;  
ПК – почвенный комплекс;  
ЭАА – элементарный ареал агроландшафта.

*Вопросы для самоподготовки:*

1. Дайте определение технологии выращивания полевых культур.
2. Перечислите основные типы технологий по интенсивности.
3. Какие технологии называют высокоинтенсивными?
4. Перечислите системы обработки почвы при разных типах технологий.

## **2. ПОНЯТИЕ ИНТЕНСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИХ ОСОБЕННОСТИ**

**Интенсивная технология** возделывания культурных растений это совокупность приёмов и методов, обеспечивающих получение сельскохозяйственной продукции на основе широкого использования эффективных средств производства (интенсивных сортов и гибридов, эффективных пестицидов, регуляторов роста, удобрений, биологических и агротехнических методов защиты растений, современной техники) и технологических процессов, использование передовых методов организации труда, достижений научно-технического прогресса.

Для полного осуществления интенсивной технологии нужна высокая культура земледелия. Эта технология эффективна, когда все организационно-технологические операции выполняются своевременно и высококачественно. Это гарантирует получение высоких урожаев даже при сложных погодных условиях.

Для реализации интенсивной технологии требуются дополнительные знания и умения, которыми должны овладеть студенты, специалисты АПК, фермеры, все те, кто заинтересован в результатах собственного труда, видит реальные перспективы. Эти технологии обеспечат повышение общей культуры земледелия, значительный рост урожайности, повышение качества продукции и производительности труда.

Для успешного применения интенсивной технологии необходимо овладеть ее научными основами, уметь управлять ее факторами, т.е. знать, почему, когда, как надо применять тот или иной агроприем с учетом биологии развития растений и зональных условий.

К основным факторам интенсивных технологий относят:

1. Установление научно- обоснованного уровня планируемого урожая с учетом природных ресурсов зоны и лимитирующих факторов, плодородия почвы, возможностей сорта (программирование урожая).
2. Выбор сорта с учетом его биологического потенциала, пригодности

сти для возделывания по интенсивной технологии: внесенный в Госреестр или перспективный, высокоурожайный интенсивного типа, с хорошим качеством зерна, отзывчивый на высокий агрофон, устойчивый к полеганию, вредителям и болезням.

3. Высокие требования к посевному материалу. Семена должны быть только высокого класса посевного стандарта (ОС, ЭС). Такие семена обеспечивают высокую полевую всхожесть и сохранность растений к уборке. Использование кондиционных семян позволяет правильно определить норму высева с расчетом на конечную предуборочную густоту продуктивных стеблей и продуктивность каждого растения. Семена должны быть инкрустированы.

4. Размещение посевов по лучшим предшественникам в системе севооборотов с учетом зональных условий и по агроклиматическим зонам.

5. Дифференцированная обработка почвы с учетом биологических особенностей. Высокие требования к качеству обработки почвы: хорошее измельчение почвы, выравненность поверхности, сохранение влаги в почве.

6. Технологическая дисциплина сроков и качество работ на основе комплексной механизации. Оптимальные сроки посева с учетом биологических требований культуры, сорта и климатических условий зоны возделывания.

7. Управление развитием растений (формирование величины урожая и качества зерна). Это достигается внесением в нужных количествах макро и микроудобрений. Фосфорные и калийные удобрения вносят под основную обработку почвы, микроудобрения при подготовке семян, а азотные удобрения –дробно, в определенные этапы органогенеза, в период вегетации по результатам почвенной и растительной диагностики – этим достигается более полное использование удобрений при формировании урожая хорошего качества, и оптимальное обеспечение минеральным питанием по фазам развития растений.

8. Биологический контроль роста и развития растений по фазам ро-

ста и этапам органогенеза. При этом могут быть учтены полевая всхожесть, густота стояния растений, число продуктивных стеблей, развитых цветков, завязавшихся зерен, возможная масса 1000 шт. семян. Учет этих факторов позволяет определить необходимость применения тех или иных агроприемов.

9. Интегрированная защита растений от болезней, вредителей и сорняков, применение регуляторов роста.

10. Биологическое обоснование сроков начала, продолжительности и способов уборки урожая. От этого зависит полнота сбора выращенного зерна и сохранение его качества. Необходимо проводить учет биологического и фактического урожая.

11. Контроль за качеством выращиваемого зерна.

12. Своевременное и качественное выполнение технологических приемов по защите почв от эрозии, накоплению влаги, созданию благоприятных условий для развития растений.

Для получения высокого экономического эффекта от применения интенсивной технологии нужна полная реализация всех намеченных мероприятий.

До выхода в поле необходимо: составить паспорт поля, в котором приводятся агрохимические показатели почвы (содержание азота, фосфора и калия, микроэлементов, рН почвенного раствора и фитосанитарное состояние поля (засоренность, распространение болезней, вредителей)); составить план комплексного применения средств химизации, где указать дозы и виды удобрений, нормы пестицидов и ретардантов, подготовить органические и минеральные удобрения, микроудобрения и другие химические средства; своевременно и тщательно подготовить сельскохозяйственную технику.

Применение интенсивных технологий сельскохозяйственных культур предполагает использование больших доз азотных удобрений, пестицидов и ретардантов, что не должно идти во вред природе.

В борьбе с сорняками главная роль должна принадлежать агротехническим приемам обработки почвы и вспомогательная – гербицидам, которые

должны вноситься локальным способом. Локальное внесение гербицидов на посевах культур в 3 раза уменьшает их расход.

Применение правильно подготовленных органических удобрений значительно уменьшает потребность в минеральном азоте. Следует шире использовать биологический азот. Большая роль принадлежит биологическим мерам защиты растений.

Первостепенной задачей является правильное, грамотное распределение химических средств.

Разрабатывая систему агротехнических мероприятий при интенсивной технологии необходимо учитывать основные законы земледелия и растениеводства.

*Вопросы для самоподготовки:*

1. Дайте определение интенсивной технологии.
2. Перечислите основные принципы интенсивных технологий.

### 3. ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ

Основы программирования урожаев как науки были заложены еще в XIX - начале XX столетий основоположниками агрономической науки, проводивших комплексные исследования, в которых оценивалась потребность растений в основных факторах жизни, рассчитываемых в количественных показателях. Среди ученых этого периода следует назвать Ю. Либиха, Г. Гельригеля, М.Э. Вольни, Д.Н. Прянишникова, К.А. Тимирязева, В.Р. Вильямса и многих других.

Программирование урожайности является одним из факторов интенсивной технологии.

В связи с переходом сельскохозяйственного производства на рыночную экономику, программирование должно быть направлено на получение не рекордной, а прибыльной урожайности с обязательным учетом качества продукции. Поэтому программирование урожая должно рассматриваться как составная часть ресурсосберегающих и экологически безопасных агротехнологий.

В основе программирования лежит требование удовлетворения потребностей растений в жизненно важных ресурсах для получения заданной урожайности с определенными параметрами качества.

Программирование урожайности полевых культур проводят только в тех хозяйствах, которые применяют высокие и интенсивные агротехнологии.

Под программированием урожайности понимают разработку научно-обоснованного комплекса взаимосвязанных мероприятий по возделыванию полевых культур, своевременное и качественное выполнение которых, обеспечивает получение заранее рассчитанных ее уровней с определенным допуском колебаний. При этом предполагается повышение почвенного плодородия и производительности труда.

Методика программированного получения урожайности базируется на 10 принципах, которые были сформированы И.С. Шатиловым, который обосновал экологические, биологические и агротехнические условия программирования урожаев.

Первые 5 принципов предназначены для определения величины возможного урожая:

- Определение потенциально возможной урожайности (ПУ) по приходу ФАР и использование ее посевами, т.е. определение КПД ФАР. В практической работе необходимо стремиться к увеличению коэффициента использования ФАР посевов за счет подбора культур, повышения уровня агротехники, внедрения новых высокопродуктивных сортов и постоянного совершенствования технологии возделывания.

- Определение урожайности по биоклиматическим показателям. имеет практическое значение при подборе культур и сортов в севооборотах в целях наиболее полного использования вегетационного периода, максимальной аккумуляции солнечной энергии и получения максимальных сборов продукции.

- Определение действительно возможной урожайности по влагообеспеченности посевов. Необходимо добиваться увеличения эффективности использования растениями запасов почвенной влаги и атмосферных осадков путем повышения влагоемкости почвы, улучшения ее физических свойств, уменьшения поверхностного стока, правильного применения органических и минеральных удобрений.

- Определение фитометрических показателей посевов. Величина биологического урожая зависит от размера фотосинтезирующей поверхности и степени преобладания интенсивности фотосинтеза над дыханием. Необходимо, прежде всего, выдерживать заданную густоту стояния растений, в зависимости от культуры, сорта и условий возделывания, обеспечивающую оптимальную структуру посева.

- Определение потенциальных способностей культуры и сорта. Необходимо учитывать, что различные сорта по-разному реагируют на нормы высева, дозы и соотношения основных элементов питания.

Остальные принципы составляют технологическую схему программированного возделывания культуры.

- Разработка системы удобрения с учетом эффективного плодородия почвы и потребности в питательных веществах, обеспечивающих получение запрограммированного урожая высокого качества.

- Разработка комплекса агротехнических мероприятий для каждой культуры и сортовой агротехники.

Комплекс агротехнических мероприятий должен обеспечить наилучшие условия для роста, развития растения и формирования урожая. Технические приемы и операции должны быть взаимосвязаны, проводиться своевременно и высококачественно.

- Разработка комплексных мер по борьбе с болезнями и вредителями растений.

- Необходимость правильного применения основных законов научного земледелия и растениеводства.

- Наличие экспериментальных данных, широкого использования ЭВМ, что позволяет наиболее точно определить оптимальный вариант комплекса мероприятий, обеспечивающего получение запрограммированного урожая.

*Вопросы для самоподготовки:*

1. Что понимают под программированием урожайности?
2. Кто является автором принципов программирования урожайности?
3. Как называется урожайность, рассчитываемая по приходу ФАР?
4. Что понимают под фитометрическими показателями посевов?

#### **4. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ (ПУ) ПО ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИ АКТИВНОЙ РАДИАЦИИ (ФАР) И КОЭФФИЦИЕНТУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФАР ПОСЕВАМИ**

Под потенциальной урожайностью понимается такое количество продукции, которое может быть получено в идеальных метеорологических условиях (при достаточном количестве тепла и влаги). Она зависит от количества фотосинтетически активной радиации, биологических свойств культуры и сорта.

Формирование урожая во многом предопределяется способностью растений использовать солнечную энергию для синтеза органического вещества, и зависит от количества фотосинтетически активной солнечной радиации (ФАР), уровень которой определяется географической широтой местности и продолжительностью вегетации культуры.

В процессе фотосинтеза принимает участие не вся солнечная энергия, а только ее видимая часть - фотосинтетически активная радиация (ФАР) с длиной волн от 380 до 720 нм (нанометр, или миллимикрон). Эти лучи поглощаются хлорофиллом и являются энергетической основой фотосинтеза. Энергия фотосинтетически активной радиации равна примерно 50 % общей энергии солнечной радиации. Инфракрасная часть солнечного спектра, составляющая также около 50 % общей энергии солнца, не участвует в фотохимических реакциях фотосинтеза. Эти лучи поглощаются почвой, от которой нагреваются приземный слой воздуха и сами растения, при этом усиливаются транспирация и испарение влаги с поверхности почвы. Количество ФАР, падающее на единицу поверхности почвы, в среднем по месяцам года и по декадам месяца определено для различных географических зон и представлено в соответствующих справочниках.

Фотосинтетически активная радиация (ФАР) - часть солнечной радиации с длиной волн в пределах 0,38-0,71 мкм, принимающих участие в фотосинтезе, выражается в кДж на единицу площади.

ФАР подразделяется на следующие виды:

1. Прямая солнечная радиация  $S$  – часть лучистой энергии солнца, поступающая к земле в виде почти параллельных лучей, измеряется фитоактометром и пиргелиометром;
2. Рассеянная радиация  $D$  – часть солнечной радиации, падающая на горизонтальную поверхность после рассеивания атмосферой, измеряется пиранометром;
3. Суммарная радиация ( $Q$ ), равная  $S+D$ , измеряется пиранометром, установленным на открытой площадке.

Суммы ФАР по району, где находится хозяйство, могут быть рассчитаны по данным ближайшей актинометрической станции или агрометеорологического пункта.

Чтобы определить приход ФАР на единицу площади посева конкретной культуры или сорта, необходимо установить фактическую продолжительность периода вегетации (даты начала и конца вегетации).

Продолжительность вегетации определяется особенностями зоны и потребностью культуры и сорта в тепле.

Определив даты вегетации, приступают к расчету энергии, которую способны использовать зеленые части взошедших растений. Расчет ведется на основе суммирования ФАР. Если растения вступают в вегетацию не с начала месяца, то количество энергии кДж делится на число дней в месяце и умножается на число дней вегетации культуры.

Так, например, ячмень взошел 5 мая количество энергии за май 26 кДж делим на 31 (число дней в мае) и умножаем на 26 (исключая 5 дней, когда не было всходов  $26:31 \times 26 = 21,81$  кДж. Аналогично ведется расчет по последнему месяцу, если вегетация заканчивается не в начале месяца.

Общий расчет энергии подсчитывают, сложив по месяцам всю энергию за период вегетации в пересчете на  $1\text{га} = 10000\text{м}^2$ ;  $1\text{м}^2 = 10000\text{см}^2$  или  $1\text{га} = 10^8\text{см}^2$ .

По данным А.А.Ничипоровича по значению КПД посева подразделяются на следующие группы:

- обычнонаблюдаемые-0,5-1,5%;
- хорошие-1,5-3,0%;
- рекордные-3,5-5,0%;
- теоретическивозможные-6,0-8,0%.

Потенциальный урожай всей сухой биомассы определяется по формуле:

$$ПУ = \frac{Q \cdot 10^8 \cdot k}{10^3 \cdot q \cdot 10^2}$$

где: ПУ – потенциальная урожайность всей сухой биомассы, т/га;  
 Q – приход ФАР за вегетационный период (от посева до созревания),  
 кДж/га (1 ккал = 4,188 кДж);  
 K – коэффициент использования ФАР, %;  
 q – калорийность единицы урожая, кДж/кг.

Под периодом вегетации культуры следует понимать фактическое время, в течение которого происходит усвоение посевом основного количества ФАР и накопление биомассы. Эта биомасса включает зерно, солому, корни. Показатели соотношения зерна и соломы берутся из справочной литературы.

ПУ сухой биомассы надземной части можно найти по формуле:

$$ПУ_{\text{надз. части}} = \frac{ПУ_{\text{общей биомассы}} \cdot (100 - C_k)}{100}$$

Где:  
 ПУ над. части – потенциальная урожайность сухой надземной части растений, т/га;  
 ПУ (общей биомассы) – потенциальная урожайность всей (общей) сухой биомассы, т/га;  
 Ск – корнеобеспеченность, %.

Для перехода от урожая сухой надземной биомассы к величине урожая основной продукции при стандартной влажности необходимо пользоваться формулами:

$$Y_o = Y_{\text{над. части}} / a$$

Где: Y<sub>o</sub> – урожайность основной продукции, т/га;  
 a – сумма частей основной и побочной продукции в общем урожае сухой надземной биомассы, т/га.

$$Y_c = \frac{Y_o \cdot 100}{100 - B_c}$$

Где: Y<sub>c</sub> – урожайность основной продукции при стандартной влажности, т/га;  
 B<sub>c</sub> – стандартная влажность продукции, %.

*Вопросы для самоподготовки:*

1. Что такое фотосинтетически активная радиация(ФАР)?
2. Какую роль в синтезе органического вещества в растениях играет фотосинтетически активная солнечная радиация?
3. Как определить потенциальный урожай по приходу ФАР и заданному коэффициенту ее использования?
4. Дайте определение КПД ФАР по А.А. Ничипоровичу.
5. Как зависит ФАР от географической широты?

## 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИ АКТИВНОЙ-РАДИАЦИИ ПРИ ФАКТИЧЕСКОЙ УРОЖАЙНОСТИ

Объективным показателем величины урожая может служить коэффициент использования ФАР. Хорошие урожаи соответствуют 2-3% использования ФАР. При использовании сортов интенсивного типа и оптимизации всех процессов формирования урожая возможна аккумуляция в урожае 3,5-5% ФАР и более.

Сопоставляя возможный урожай ( $Py$ ) при использовании 1% ФАР и ДВУ по лимитирующему фактору можно провести оценку эффективности работы агрономической службы в хозяйстве, рассчитав  $K_Q$  по фактическому урожаю за ряд лет. Такой расчет дает возможность вскрыть резервы повышения урожайности с тем, чтобы в дальнейшем при разработке технологии возделывания, наметить пути повышения урожайности.

Эффективность использования ФАР в формировании урожая может быть повышена двумя путями: во-первых, путем создания высокопродуктивных культур и сортов, аккумулирующих за период их фактической вегетации большое количество энергии; во-вторых, за счет более полного использования всего потенциально возможного вегетационного периода, фотосинтезирующими растениями.

В каждой области за потенциально возможный вегетационный период берут период вегетации, ограниченный переходами среднесуточной температуры воздуха особенно весной и осенью через  $+5^{\circ}\text{C}$ . Однако, фактический период вегетации многих культур намного короче и составляет 50-65 %, т.е. 35-50 % ФАР падает на поля, где уже убран урожай культурных растений. Чтобы расширить возможности более полного использования ФАР следует высевать поукостные, пожнивные культуры и многолетние травы. Устанавливается коэффициент использования ФАР во времени (КПДвэг), который показывает, какая доля энергии (в %) от падающей за период фактической вегетации ис-

пользуется культурой, и какая часть осталась, и что можно посеять в качестве промежуточной культуры.

Для расчета КПД ФАР ( $K_Q$ ) по величине урожаев, используя показатели урожайности культуры в конкретных условиях хозяйства за ряд лет, можно рассчитать общее количество энергии, аккумулированной урожаем, которая определяется по формуле:

$$Q_{\text{фар.}} = Y_{\text{см}} \cdot q,$$

где:

$Q_{\text{фар.ур.}}$  – энергия запасенная в урожае, кДж/га;

$Y_{\text{см}}$  – урожай товарной продукции при стандартной влажности, кг/га;

$q$  – калорийность 1 кг сухой биомассы.

Прежде всего, необходимо определить общий фактический урожай сухой биомассы. Для этого берут показатели урожайности данной культуры в хозяйстве товарной продукции при стандартной влажности и определяют сухую биомассу по формуле:

$$Y_{\text{сух м.}} = \frac{Y_{\text{см}} \cdot (100 - C)}{100}$$

Где:

$C$  – стандартная влажность.

Затем находят урожайность соломы (нетоварной продукции) для этого  $Y_{\text{сух.м.}}$  умножают на долю нетоварной продукции, например, для яровой пшеницы соотношение основной и побочной продукции составляет 1:1,3. Чтобы найти общую урожайность сухой биомассы используют формулу:

$$Y_{\text{аб.сух.биом}} = \frac{Y_{\text{над.части}} \cdot 100}{(100 - C_k)}$$

$C_k$  – корнеобеспеченность, %.

Затем по формуле находим общую энергию запасенную в фактическом урожае, в кДж/га ( $Q_{\text{факт.ур.}}$ ).

$$Q_{\text{факт.ур.}} = Y_{\text{аб.сух.биом}} \cdot q$$

Теперь рассчитывают  $K_Q$  при формировании фактического урожая по формуле:

$$K_Q = \frac{Q_{\text{фак.ур}} \cdot 100}{Q_{\text{фак.вег}}}$$

Где:

$K_Q$  – коэффициент использования ФАР фактическим урожаем, %;  $Q_{\text{факт.ур}}$  – активная энергия, аккумулированная в фактическом урожае, кДж/га;

$Q_{\text{факт.вегет.}}$  – фотосинтетическая активная энергия, приходящаяся за период вегетации культуры, кДж/га.

Определить  $K_Q$  можно, исходя из формулы А.А. Ничипоровича по определению потенциальной урожайности:

$$K_Q = \frac{U_{\text{фак.}} \cdot q}{10^3 \cdot Q \cdot K_m}$$

Где:

$U_{\text{факт}}$  – фактическая урожайность товарной продукции, т/га;

$q$  – количество энергии, необходимое для создания единицы сухого вещества, кДж/кг;

$\Sigma Q$  – суммарный приход ФАР за период вегетации культуры, кДж/см<sup>3</sup>;  $K_m$  – доля основной продукции в наземной фитомассе при стандартной влажности;

$10^3$  – коэффициент перевода.

*Вопросы для самоподготовки:*

1. Что такое коэффициент использования ФАР?
2. Как рассчитать суммарный приход ФАР за период вегетации культуры?
3. Что такое промежуточная культура?
4. Какие промежуточные культуры можно использовать в наших условиях?
5. Каким образом можно увеличить уровень использования солнечной энергии посевами на полях хозяйства?

## **6: РАСЧЕТ ДЕЙСТВИТЕЛЬНО ВОЗМОЖНОЙ УРОЖАЙНОСТИ ПО ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОСЕВОВ**

Урожайность культур зависит от влагообеспеченности растений в течение вегетации. Для реализации потенциальной продуктивности растений влажность почвы в течение вегетации должна составлять 100-60 % от предельной полевой влагоемкости (ППВ) при влажности разрыва капилляров (ВКР) 55-60%ППВ, влажность завядания (ВЗ) 35-45%ППВ.

Посев, как агрофитоценоз, представляет собой совокупность растений на единицу поверхности почвы. Коэффициент водопотребления характеризует расход влаги на создание единицы сухой биомассы через транспирацию растений и испарение с поверхности почвы. Вода является одним из главных факторов формирования биомассы. Основное количество воды растения получают из атмосферных осадков и почвенных влагозапасов, их недостаток является ограничивающим фактором при программировании урожайности.

Под ДВУ понимают урожайность, которая теоретически может быть обеспечена генетическим потенциалом культуры (сорта или гибрида) и основным лимитирующим фактором.

Действительно возможная урожайность (ДВУ)—это максимальная урожайность, которая может быть получена при реально существующих климатических условиях и уровне эффективного плодородия почвы. Ее величина зависит от обеспеченности посевов, прежде всего влагой и теплом, так как эти факторы жизни растений часто являются лимитирующими.

Годовые осадки используются растениями не полностью. Так, например, в условиях степных районов Приморья зимние осадки в виде снега теряются за счет испарения задолго до снеготаяния, в таежных районах возможны потери с талыми водами. Во всех случаях зимние осадки слабо влияют на водный баланс почвы.

Значительны потери влаги за счет испарения с поверхности пашни, ливневого стока. В среднем можно предполагать, что использование годовой

суммы осадков в зависимости от экспозиции склона и гранулометрического состава почвы колеблется от 40 до 70%.

Расчет ДВУ по влагообеспеченности проводят по формуле, предложенной академиком И.С. Шатиловым. Он зависит от точности определения ресурсов продуктивной влаги ( $W$ ) и коэффициента водопотребления ( $K_w$ ), выраженных в мм.

$$\text{ДВУ} = \frac{10 \cdot W}{K_w} \cdot K_m$$

где: ДВУ – биологическая урожайность сухой надземной биомассы, т/га;

$W$  – ресурсы продуктивной для растений влаги, мм;

$K_w$  -коэффициент водопотребления 1 м<sup>3</sup> на 1 т сухой надземной массы.

$K_m$  – доля основной продукции при стандартной влажности.

Количество продуктивной влаги, используемой растениями на формирование урожая, определяется ее запасами в метровом слое почвы на начало вегетации однолетних культур и возобновления весенней вегетации озимых культур, многолетних трав и естественных кормовых угодий, а также количеством осадков, выпадающих в течении периода вегетации культуры.

Наличие продуктивной влаги ( $W$ ) для однолетних растений определяется формулой:

$$W = W_0 + 0,8 \times O_c$$

Где:

$W_0$ – кол-во продуктивной влаги в метровом слое почвы на начало посева яровых культур, мм;

$K$ –коэффициент использования осадков, в долях от единицы;

$O_c$ –осадки вегетационного периода, мм.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Что такое продуктивная влага, из чего она складывается?
2. Что такое коэффициент водопотребления? Как он определяется? Чем отличается от коэффициента транспирации?
3. От чего зависит коэффициент полезного использования осадков?
4. Что такое суммарное водопотребление, как его рассчитать?
5. Почему учитываются запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы?

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Квасникова М.С. Интенсивные технологии в современных системах земледелия. Учебное пособие для обучающихся направления подготовки 35.03.04 Агронимия, профиль Агробизнес ФГБОУ ВО Приморская ГСХА, Уссурийск, 2015
2. Можаяев Н.И., Серипкаев Н.А., Стыбаев Г.Ж. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. Издательство «Фолиант», 2013. 155 с.
3. Системы земледелия / А.Ф. Сафонов [и др.]; под ред. А.Ф. Сафонова.- М.:КолосС,2010. -447с.
4. Технологические требования к новым техническим средствам в растениеводстве. Москва, ФГНУ «Росинформагротех» 2008. 60 с.
5. Слабко Ю.И. Методические указания для лабораторно-практических занятий по программированию урожаев сельскохозяйственных культур /Ю.И. Слабко, -Уссурийск, 1989.–35с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОНЯТИЙ

Для успешного освоения курса студентами факультета агробизнеса необходимо познакомиться с основными терминами и определениями понятий.

№ п/п	Термин	Определение
1	Биологическая урожайность	<b>Количество</b> продукции, выращенной на единице площади, определяемой перед уборкой, она складывается из показателей структуры урожая
2	Продуктивность растения	Масса продукции, полученная с одного растения называется
3	Плановая урожайность	Количество продукции, которое можно получить с 1 га в конкретных хозяйственных условиях. Плановая урожайность определяется до посева с учетом потенциальных возможностей сорта, достигнутого уровня урожайности, плодородия почвы, обеспеченности хозяйства техникой, минеральными удобрениями.
4	Потенциальная урожайность	Наибольшая урожайность сорта, обусловленная генотипом, которая реализуется при удовлетворении всех требований биологии.
5	Прогнозирование урожайности	Научно-обоснованное предсказание продуктивности с-х культур на перспективу.
6	Программирование урожая	Разработка комплекса взаимосвязанных мероприятий, своевременное и качественное выполнение которых обеспечивает получение предельно возможной урожайности с-х культур заданного качества.

7	Технология выращивания культуры	Комплекс агротехнических мероприятий, направленных на удовлетворение требований культуры с целью получения максимально возможного урожая при минимальных затратах труда.
8	Урожайность	Масса продукции с-х культуры с единицы площади посева. Она определяется продуктивностью отдельного растения и числом растений на единице площади и зависит от культуры, сорта, плодородия почвы, уровня агротехники, погодных условий и зоны выращивания
9	Фактическая урожайность	Реальная урожайность, сложившаяся на данный момент в хозяйстве. Фактическая урожайность всегда меньше биологической урожайности на величину потерь при уборке.
10	Фотосинтетически активная радиация (ФАР)	Часть солнечной радиации с длиной волн в пределах 0,38-0,71 мкм, принимающих участие в фотосинтезе, выражается в кДж на единицу площади.

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**



*Учебно-теоретическое издание*

**Частное растениеводство** : учебное пособие / сост. С.В. Болнова. — Караваево : Костромская ГСХА, 2021. — 32 с.; 20 см. — 20 экз. — Текст непосредственный.

*Учебное пособие издаётся в авторской редакции*

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Костромская государственная сельскохозяйственная академия" 156530, Костромская обл., Костромской район, пос. Караваево, уч. городок, д. 34

Компьютерный набор. Подписано в печать 08/06/2021. Заказ № 746. Формат 60x84/16. Тираж 20 экз. Усл. печ. л. 1,92. Бумага офсетная. Отпечатано 29/07/2021. Цена 109,00 руб.

вид издания: первичное (электронная версия)  
(редакция от 8.06.2021 № 746)

Отпечатано с готовых оригинал-макетов в академической типографии на цифровом дубликаторе. Качество соответствует предоставленным оригиналам.

(Электронная версия издания - I:\подразделения \рио\издания\2021\746.pdf)



2021\*746

Цена 109,00 руб.

ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА



2021\*746

(Электронная версия издания - I:\подразделения \рио\издания\2021\746.pdf)