



НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

(Методические рекомендации)



Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского

2016

УДК 633/.635:001.891 (072)

Утверждено методической комиссией агрономического факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (протокол №1 от 5 сентября 2016 г.)

Бояркин Е.В., Сагирова Р.А., Бурлов С.П. Научные исследования в растениеводстве/Методические рекомендации. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, 2016. 89 с.

Авторы-составители:

Бояркин Евгений Викторович кандидат биологических наук, доцент
Сагирова Роза Агзамовна доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Бурлов Сергей Петрович кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Методические рекомендации научные исследования в растениеводстве содержат методику выполнения научных исследований по растениеводству. Разработаны на основе научных исследований авторов, а также обобщения научной и методической литературы.

Предназначено для аспирантов, обучающихся по направлению 35.06.01 «Общее земледелие, растениеводство», очного и заочного образования, а также может использоваться студентами других направлений и специальностей сельскохозяйственных вузов при выполнении научных исследований в растениеводстве.

Рецензенты:

Султанов Фаниил Султанович, кандидат сельскохозяйственных наук, зам директора по науке Иркутского НИИСХ;
Афони́на Татьяна Евгеньевна, доктор географических наук, профессор кафедры землеустройства, кадастра и сельскохозяйственной мелиорации Иркутского ГАУ имени А.А. Ежевского

© Бояркин Е.В., Сагирова Р.А., Бурлов С.П., 2016

© Иркутский государственный аграрный университет, 2016

Введение

Целью научных исследований в растениеводстве является выполнение изысканий на основе углубленных профессиональных знаний и подготовка научного доклада на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (профилю) Общее земледелие, растениеводство.

Растениеводство как отрасль сельскохозяйственного производства решает задачи по выращиванию растений для получения продукции, обеспечивающей население продуктами питания, животноводство кормами, перерабатывающую промышленность сырьем.

Объектами исследований растениеводства являются растения полевых культур: зерновые хлеба I и II группы, зернобобовые, сахарная свекла, кормовые корнеплоды, картофель, топинамбур, кормовые многолетние и однолетние травы, масличные, эфиромасличные и прядильные культуры. Растениеводство интегрирует в себе знания многих дисциплин, в том числе ботаники, физиологии растений, почвоведения, земледелия, агрохимии, защиты растений, семеноведения, программирования урожайности основной организации производства продукции растениеводства.

При проведении научных исследований в растениеводстве аспиранты должны разрабатывать рациональные эффективные технологии, методы и способы, направленные на решение комплексных задач по организации и производству высококачественной продукции растениеводства в современной земледелии при любых агроклиматических условиях.

Для этого аспирант должен знать особенности морфологии и биологии полевых культур, владеть знаниями наиболее совершенных технологии производства продукции растениеводства (зерна, кормов, картофеля и др.), уметь применять эти технологии на практике, корректировать их в зависимости от изменяющихся агроклиматических условий и научно-технического прогресса.

I. СОДЕРЖАНИЕ НАУЧНОЙ РАБОТЫ

Введение (цель, задачи, актуальность исследований, научная новизна, практическая значимость).

1. Условия проведения исследований

1.1. Почвы и их характеристика.

1.2. Агроклиматические условия.

2. Агробиологические особенности культуры, для которой разрабатывается технология (по источникам литературы).

2.1. Морфологические особенности.

2.2. Особенности роста и развития в условиях конкретной зоны.

2.3. Биологические особенности (требования к факторам внешней среды и соответствие природным условиям зоны (региона)).

2.4. Новые сорта, рекомендованные к использованию в регионе. Характеристика сорта, пригодного и выбранного для возделывания по исследуемой технологии.

3. Результаты научно-исследовательской работы аспиранта, выполненной по данной культуре.

3.1. Цель исследований. Методика исследований.

3.2. Результаты наблюдений за ростом, развитием культуры, накоплением урожая.

3.3. Структура урожая и урожайность.

3.4. Выводы и предложения по использованию разработанных приемов при возделывании данной культуры по разрабатываемой технологии.

4. Технология возделывания культуры (в конкретных условиях), по заданным параметрам.

4.1. Современные технологии, применяемые при возделывании культуры, их роль в увеличении производства продукции (данной культуры), улучшении ее качества, повышении эффективности производства и в сохра-

нении экологического равновесия. Сущность технологий (по источникам литературы).

4.2. Требования к размещению культур при возделывании.

4.3. Требования к сортам для возделывания по интенсивной или другим видам технологий. Выбор сорта, его потенциальная продуктивность.

5. Программирование (планирование) урожайности культуры.

5.1.1. Определение потенциальной урожайности (ПУ) по приходу ФАР, с КПД ФАР 2,0-2,5 % .

5.1.2. Расчет действительно возможного (реального) урожая (ДВУ) по влагообеспеченности посевов.

5.1.3. Составление модели посева, обеспечивающего получение ДВУ и запланированной действительно возможной урожайности.

5.1.4. Расчет доз удобрений на ДВУ или запланированный по заданию предприятия.

6. Обоснование и разработка технологических приемов.

6.1. Место в севообороте. Предшественник.

6.2. Система обработки почвы.

6.3. Система удобрения культуры (сроки, способы внесения расчетной дозы НРК, диагностика питания).

6.4. Требования к качеству семян. Комплексная подготовка семян к посеву.

6.5. Расчет нормы высева на основе составления модели посева с учетом качества семян, полевой всхожести, сохранности, общей выживаемости семян и растений.

6.6. Сроки, способы посева (посадки). Особенности посева (посадки) при возделывании по заданной (высокой, интенсивной, экологически безопасной или др.) технологии.

6.7. Система ухода за посевами и интегрированная защита посевов от вредителей, болезней и сорняков.

6.8. Уборка урожая (срок, способ уборки).

6.9. Система современных машин, рекомендуемая производству для возделывания культуры по заданной технологии.

6.10. Технологическая схема возделывания культуры.

Выводы и предложения по выращиванию культуры по разработанной технологии. Рекомендуемые мероприятия.

Заключение.

Список используемых источников литературы.

Контрольные вопросы к главе I

1. Из каких источников Вы можете взять сведения по изменению агро-климатических условий?
2. Кто определяет тему и задания по научной работе аспиранта?
3. Назовите главы (или разделы), из которых состоит научная работа?

II. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНОЙ РАБОТЫ

Характеристика климатических условий приводится по данным ближайшей агрометеорологической станции. Эти показатели используются для расчетов запрограммированной (запланированной) урожайности и анализа обеспеченности культуры основными факторами внешней среды (теплом, влагой, ФАР). Среднесуточная температура воздуха, распределение осадков по декадам и месяцам, приход ФАР записываются в таблицы. На основании среднесуточных данных приводятся также сведения о запасе продуктивной влаги в почве к началу вегетационного периода (до посева культуры) в мм, гидротермическом коэффициенте по Солянинову (ГТК); коэффициенте использования осадков в %, сумме эффективных (более 10°C) положительных температур, продолжительности вегетационного периода, календарных сроках начала весенних полевых работ, глубине снежного покрова и промерзания почвы. Делается общий вывод об условиях возделывания культуры.

Сведения о климатических условиях приводятся в информационном источнике: «Агрометеорологический бюллетень» по Иркутской области.

2.1. Агробиологические особенности культуры

Исследования по выращиванию полевых культур по интенсивным, экологически безопасным или другим наиболее совершенным технологиям требует глубоких знаний биологических особенностей растений и их реакции на применяемые агротехнические приемы. Поэтому в научных работах необходимо дать характеристику культуры на основании изучения источников литературы применительно к условиям (зоне) возделывания.

Дается полное латинское название семейства, рода, вида.

В РАЗДЕЛЕ 2.1.1 - МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТУРЫ – дается описание особенностей строения растений, подчеркивающих

потенциальную продуктивность культуры: строение и развитие корневой системы, особенности ее усвояющей способности, строение стебля, листьев, соцветий, цветков.

Приводятся данные о формировании ассимилирующей (листовой) поверхности растений и посева, фотосинтетического потенциала посева (ФПП) и его структуры. На основании источников литературы даются оптимальные параметры посева, обеспечивающие накопление высоких урожаев культуры: средняя и максимальная площадь листьев в тыс.м²/га, фотосинтетический потенциал посева в тыс.м² x сутки/га.

В РАЗДЕЛЕ 2.1.2. - ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ- приводятся краткое описание фаз развития и календарные сроки наступления фаз по данным ближайшей метеорологической станции или по результатам собственных наблюдений в процессе выполнения научной работы; продолжительность межфазных периодов и всего периода вегетации культуры (от посева до уборки урожая). Данные фенологических наблюдений оформляются в таблицу 4. Приводится анализ прохождения фаз развития в годы исследований в сравнении со среднемноголетними в зависимости от погодных условий и обеспеченности растений основными факторами роста и развития.

В настоящем разделе приводятся также данные по характеристике прохождения этапов органогенеза данной культуры (по Ф.М. Куперман или др. ученых) и особенностей формирования элементов продуктивности растения на каждом этапе. Приводится анализ влияния погодных условий, агротехники на органообразовательные процессы в годы исследований.

На основании источников литературы дается информация о росте и накоплении урожая по фазам или отдельным периодам (можно по межфазным периодам) развития растений. Указываются максимумы приростов растений в высоту, формирования площади листьев, накопления сырой, сухой фитомассы (корнеплодов, клубней), чистой продуктивности фотосинтеза и

др. показателей. Целесообразно привести графическое изображение роста и накопления урожая в течение вегетации.

В РАЗДЕЛЕ 2.1.3. - ТРЕБОВАНИЯ К ФАКТОРАМ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ - последовательно излагаются краткие сведения о требованиях растений данной культуры: к теплу и свету, к влаге, к почве, к элементам минерального питания и процессе роста и развития, формирования урожая.

Приводятся сведения о минимальной температуре для прорастания семян и появления всходов и оптимальной, при которой целесообразно проводить посев, о потребностях в тепле в различные фазы или периоды жизни растений, формирования урожая, об устойчивости к заморозкам и низким положительным температурам. Для озимых – дополнительно температурный и световой режимы по фазам закаливания, критический минимум в зоне узла кущения в зависимости от условий закаливания и перезимовки.

Освещаются вопросы фотопериодизма, требования растений к условиям освещения в различные периоды развития, зависимость урожайности от прихода суммарной ФАР.

Раскрываются вопросы потребности в воде для набухания и прорастания семян в другие периоды жизни. Выделяются критические периоды потребности во влаге. По источникам литературы приводятся коэффициент водопотребления для данной зоны в зависимости от урожайности, а также данные о расходе влаги на единицу продукции, о потребности в воде за вегетацию, оптимальной влажности почвы.

При изложении вопроса – требования растений к почвам – указываются лучшие типы и разновидности почв, оптимальная плотность почвы, рН.

Требования культуры к элементам минерального питания – указывается вынос NPK на единицу основной продукции с учетом побочной, поступление NPK в растения в течение вегетации, выделяются критические периоды в потреблении отдельных элементов питания, отмечаются особенности потребления и усвоения NPK и других элементов питания. На основании

особенностей питания растений дается обоснование сроков внесения органических и минеральных удобрений под культуру, форм применения минеральных удобрений.

В РАЗДЕЛЕ 2.1.4 дается хозяйственно-биологическая характеристика новых сортов культуры, рекомендованных или допущенных к использованию в регионе, пригодных для возделывания по изучаемой технологии. Указываются требования сортов к условиям выращивания, потенциальная продуктивность применительно к данной местности.

В заключение главы 2 формулируется вывод о соответствии природных условий биологическим требованиям культуры и о возможностях получения высоких урожаев в соответствии с потенциальной продуктивностью лучших сортов.

2.2. Результаты исследования по культуре

Для написания главы 2 аспирант выполняет научно-исследовательскую работу по теме изысканий. С этой целью он участвует в закладке полевого или полевого производственного опыта на поле. Аспирант проводит необходимые наблюдения за ростом, развитием растений, густотой стояния, динамикой накопления урожая, определяет структуру урожая и биологическую урожайность полевых культур, для которой планируется разработать интенсивную или другую заданную технологию возделывания по заданию научного руководителя. На данном экспериментальном поле ведется точный учет всех агротехнических приемов.

Закладка и проведение полевого или полевого производственного опыта проводится в полном соответствии с «Методикой полевого опыта» (Б.А.Доспехов, 1985; Б.Д. Кирюшин, Р.Р. Усманов, И.П. Васильев, 2009.)

Контрольные вопросы к главе II

1. Из каких источников берутся сведения о характеристике почв опытного поля и климатических условий?

2. Какие вопросы следует осветить в разделе «Агробиологические особенности культуры»?
3. Что Вы понимаете под морфологическими особенностями культуры?

III. МЕТОДИКА НАБЛЮДЕНИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ В ОПЫТАХ

3.1 Фенологические наблюдения

К числу обязательных наблюдений, которые необходимы для написания научной работы, относятся: фенологические (отмечаются даты наступления фаз развития: начало, когда 10% растений вступило в данную фазу, и полное – 70% растений); определение густоты всходов и полевой всхожести; прироста биомассы (сырой и при возможности, сухой); площади листьев одного растения и посева, фотосинтетического потенциала посева; определение структуры урожая и биологической урожайности.

У пшеницы, ржи, ячменя, овса, отмечают фазы: всходы, кущение, выход в трубку, колошение или выметывание, созревание - молочная, восковая, твердая, полная спелости;

у зерновых бобовых – всходы, третий настоящий лист, начало ветвления побега, бутонизация, цветение, начало созревания (побурение плодов), хозяйственная спелость зерна;

у кукурузы – всходы, появление третьего, седьмого листа, выбрасывание метелки, цветение метелки, появление нитей початков, молочная, молочно-восковая, восковая, полная спелости;

у картофеля – всходы, начало ветвления стебля, бутонизация, цветение, начало естественного отмирания ботвы, уборочная спелость;

у кормовой свеклы в 1-й год жизни – всходы, фаза «вилочки», появление первой, второй, третьей пары настоящих листьев, смыкание ботвы в рядке, смыкание междурядий, размыкание междурядий;

у масличных растений – всходы, бутонизация, цветение, созревание;
у многолетних бобовых трав второго и третьего года жизни – возобновление весенней вегетации, ветвление стебля, бутонизация, цветение, созревание (семенных посевов).

3.2. Определение густоты всходов, перезимовки, сохранности и общей выживаемости, нормы высева.

Густота всходов определяется в фазу полных всходов: на опытных делянках – путем подсчета всходов у зерновых культур, льна, трав и др. культур сплошного сева на площадках размером 50х50 см (0,25 м²) в 4-х местах, расположенных по диагонали делянки, на каждом повторении, рамку накладывают под углом 45° к направлению рядков; у картофеля, кукурузы и др. пропашных культу – на двух смежных рядках длиной 2 м в трех местах делянки каждого повторения.

На производственных посевах и опытах густоту всходов определяют путем подсчета всходов у зерновых культур, льна, трав на площадках размером 1 м х 1 м (1 м²) в 10 местах по диагонали поля, рамку накладывают под углом 45° к направлению рядков; у картофеля, кукурузы и др. пропашных культу – на двух смежных рядках длиной 2 м в 10-ти местах по диагонали поля.

Выделенные площадки для подсчета количества растений в фазу полных всходов закрепляются двумя кольшками по углам рамки для того, чтобы с закрепленных площадок отобрать снопы и растения перед уборкой культуры для определения структуры урожая. Результаты подсчета густоты всходов записываются в таблицу 5, определения полевой всхожести, сохранности, общей выживаемости в таблицу 6.

Полевая всхожесть – это число всходов в поле на 1 м², выраженное в процентах, относительно числа высеянных всхожих семян на 1 м² площади.

Определяется по формуле: $PВ = \frac{ЧВ \times 100}{НВ}, \%$, где

ПВ – полевая всхожесть, %,

ЧВ – число всходов, шт./м²,

НВ – норма высева всхожих семян на 1 м², шт.

100 – число для выражения ПВ в процентах

Сохранность растений от всходов до уборки – это число растений перед уборкой на 1 м², выраженное в процентах, относительно числа всходов на 1 м². Определяется по формуле:

Сохран. = $\frac{ЧРу \times 100}{ЧВ}, \%$, где

Сохран. – сохранность растений от всходов до уборки, %

ЧРу – число растений перед уборкой, шт./м²

ЧВ – число всходов, шт./м²

100 – число для выражения сохранности, %

Общая выживаемость семян и растений – это число растений перед уборкой на 1 м², выраженное в процентах, относительно числа высеянных всхожих семян на 1 м² (нормы высева). Определяется по формуле:

ОВ = $\frac{ЧРу \times 100}{НВ}, \%$, где

ОВ – общая выживаемость в %

ЧРу – число растений перед уборкой, шт./м²

НВ – норма высева или число высеянных всхожих семян на 1 м², шт.

100 – число для выражения ОВ в процентах

Общая выживаемость для всех культур ярового посева и посадки – это интегрированная величина полевой всхожести и сохранности, может определяться по формуле:

$ОВ = \frac{ПВ \times Сохр.}{100}$, %, где все обозначения были показаны в предыдущих формулах.

Для озимых зерновых культур общая выживаемость является интегрированной величиной полевой всхожести, перезимовки и сохранности растений от весеннего отрастания до уборки.

В этом случае она определяется по формуле:

$$ОВ = \frac{ПВ \times Пер. \times Сохр.}{100 \times 100}, \text{ где}$$

Пер. – перезимовка – это процент перезимовавших растений.

Она определяется по формуле:

$$Пер. = \frac{ЧРо \times 100}{ЧРв}, \text{ где}$$

ЧРо – число растений осенью перед уходом в зиму, шт./м²

ЧРв – число растений весной после отрастания, шт./м²

Сохранность для озимых зерновых культур определяется по формуле:

$$Сохр. = \frac{ЧРу \times 100}{ЧРв}, \text{ где}$$

Сохр. – сохранность растений от весеннего отрастания до уборки урожая в %

ЧРу – число растений перед уборкой, шт./м²,

ЧРв – число растений весной после полного отрастания, шт./м²

Пример. Рассчитать полевую всхожесть, сохранность, перезимовку и общую выживаемость озимой ржи, если посеяли рожь с нормой высева 6 млн. всхожих семян на гектар, густота всходов составила 540 шт./м², перед уходом в зиму сохранилось 540 шт./м² растений, после перезимовки при полном отрастании – 432 шт./м², перед уборкой – 385 шт./м².

Расчёты: Определение НВ в шт./м²

$$НВ, \text{ шт./м}^2 = \frac{6000000}{10000} = 600 \text{ шт./м}^2, \text{ где}$$

10000 – м² на 1 гектаре.

2. Определение ПВ

$$\text{ПВ} = \frac{500 \text{ шт./м}^2 \times 100}{600 \text{ шт./м}^2} = 90\%$$

3. Определение Пер.

$$\text{Пер.} = \frac{432 \text{ м}^2 \times 100}{540 \text{ м}^2} = 80\%$$

4. Определение Сохр.

$$\text{Сохр.} = \frac{385 \text{ шт./м}^2 \times 100}{432 \text{ шт./м}^2} = 89,1\%$$

5. Определение ОВ

$$\text{а) ОВ} = \frac{\text{ПВ} \times \text{Пер.} \times \text{Сохр.}}{100 \times 100} = \frac{90 \times 80 \times 89,1}{100 \times 100} = 64,2\%$$

$$\text{б) ОВ} = \frac{\text{ЧРу} \times 100}{\text{НВ}} = \frac{385 \text{ шт./м}^2 \times 100}{600 \text{ шт./м}^2} = 64,2\%$$

Из формулы б) можно найти НВ, если известна густота стояния перед уборкой (ЧРу) и ОВ:

$$\text{НВ} = \frac{\text{ЧРу} \times 100}{\text{ОВ}} = \frac{385 \text{ шт./м}^2 \times 100}{64,2} = 600 \text{ шт./м}^2$$

Из формулы а) можно найти любой из 3-х показателей (ПВ, Пер., Сохр.), если известны другие.

Пример. Рассчитать полевую всхожесть, сохранность и общую выживаемость яровой пшеницы, если посеяли пшеницу с нормой высева 5 млн. всхожих семян на гектар, появилось всходов 400 шт./м², густота стояния перед уборкой составила 350 шт./м².

Расчеты:

1. Определение полевой всхожести

$$\text{ПВ} = \frac{400 \text{ шт./м}^2 \times 100}{500 \text{ шт./м}^2} = 80\%$$

2. Определение сохранности растений от всходов до уборки

$$\text{Сохран.} = \frac{350 \text{ шт./м}^2 \times 100}{400 \text{ шт./м}^2} = 87,5\%$$

3. Определение общей выживаемости

$$\text{а) ОВ} = \frac{350 \text{ шт./м}^2 \times 100}{500 \text{ шт./м}^2} = 70\%$$

$$\text{б) ОВ} = \frac{80 \times 87,5}{100} = 70\%$$

4. Определение нормы высева (НВ) в кг на гектар проводится по формуле

$$\text{НВ кг/га} = \frac{M \times m_{1000} \times 100}{\text{ПГ}}, \text{ где}$$

M – норма высева в млн. штук всхожих семян на гектар,

m_{1000} – масса 1000 семян, г,

ПГ – посевная годность семян в %,

100 – число пересчета НВ в кг/га.

Посевная годность (ПГ) определяется по формуле

$$\text{ПГ} = \frac{B \times Ч}{100}, \text{ \%}, \text{ где}$$

B – лабораторная всхожесть семян в %,

$Ч$ – чистота семян в %,

100 – число пересчета ПГ в проценты

Пример расчета. Определить норму высева ячменя в кг на гектар, если норма высева в миллионах всхожих семян на гектар равна 5 млн., масса 1000 семян – 45г., лабораторная всхожесть семян 92%, чистота семян 99%

1. Определение посевной годности

$$\text{ПГ} = \frac{92 \times 99}{100} = 91,08\%$$

2. Определение нормы высева в кг/га

$$\text{НВ} = \frac{5 \times 45 \times 100}{91,08} = 247,0 \text{ кг/га}$$

3.3. Определение накопления сырой и сухой фитомассы культур

Определение прироста фитомассы (урожая) проводится путем взятия проб растений в течение вегетации культуры по фенологическим фазам или с интервалом 10-15 дней, начиная с фазы кущения зерновых, 3-х листьев кукурузы, полных всходов картофеля, 3-х пар настоящих листьев корнеплодов.

На опытных делянках пробы отбираются с неучетной площади делянки, выделенной специально для определения динамики накопления урожая.

На производственных опытах и посевах пробы отбираются с закрепленных участков, выделенных в двух местах поля, характерных для общего массива посевов. В пробу зерновых отбирают по 100 растений с варианта (по 50 растений с 2-х повторений) или с закрепленных площадок по 50 растений с каждой. По зерновым и другим культурам сплошного сева можно отбирать пробы с площадок размером 0,25 м² (рамка 50x50 см) в двукратной повторности на опытах и в четырехкратной – на производственных посевах. У кукурузы и других пропашных культур отбирают по две пробы по 10 растений (гнезд) в каждой (всего по 20 растений).

Взвешивание проводят в поле или в лаборатории, для чего пробы помещают в плотные полиэтиленовые пакеты, что бы не было потери влаги и высыхания растений.

У растений отрезают корни, определяют сырую массу всех растений и одного растения или массу растений с единицы площади (1 м², га). У картофеля и корнеплодов отдельно взвешивают надземную массу и клубни или корнеплоды. Взвешивание проводят на весах с точностью до 1,0 г. Наиболее удобные «детские весы», электронные весы.

Для определения накопления абсолютно сухой массы урожая несколько целых растений измельчают, хорошо перемешивают массу и отбирают навески в два алюминиевые или стеклянные бюкса, предварительно взве-

шенные. Бюксы с сырой массой взвешивают на электронных весах (типа «Невские весы» ВСТ – 600/10) с точностью до 0,01, открывают крышки и ставят в сушильные шкафы для высушивания массы на 4 часа при температуре 105°С. По истечении времени сушки несколько (5-10шт.) бюксов вынимают, охлаждают и взвешивают. Затем снова помещают в сушильный шкаф для контрольного высушивания на один час. Сушку прекращают при достижении постоянной массы бюксов. Данные записываются в таблицу, определяют содержание сухого вещества в процентах и накопление сухой фитомассы. Результаты накопления сухой и сырой фитомассы записывают в таблицу.

У корне- и клубнеплодов определяют содержание сухого вещества отдельно в надземной массе и в корнеплодах или клубнях. Сухая масса 1 растения является суммой сухой массы надземной и подземной частей растения (ботва + корни или клубни).

Урожай сухой фитомассы в центнерах на гектар определяется умножением сухой массы одного растения на фактическую густоту стояния по формуле:

$$У = (М \times Р) \times 10, \text{ где}$$

У – урожай абсолютно сухой фитомассы в ц/га;

М – абсолютно сухая масса 1 растения в г;

Р – количество растений на 1 га в млн., шт.

10 – число перевода урожайности в ц/га.

Пример. Сухая масса одного целого растения озимой ржи (зерно + соломка с колосом) в фазу восковой спелости равна 2,1 г. Густота стояния в это время 3,5 млн. штук/га (350 шт./м²).

Урожай абсолютно сухой массы озимой ржи составит:

$$У = (2,1 \times 3,5 \text{ млн./га}) \times 10 = 73,5 \text{ ц/га}$$

При отсутствии бюксов, электронных весов, сушильных шкафов в хозяйствах допускается определение прироста воздушно-сухой фитомассы. В этом случае содержание сухого вещества приводится по результатам высушивания массы до воздушно-сухого состояния. Подсушивание измельченной пробы объемом 0,5 кг или 1 кг на воздухе ведется до постоянной массы. Все дальнейшие определения проводятся также, как при высушивании до абсолютно-сухого состояния. Для перевода воздушно сухой массы в абсолютно сухую необходимо умножить на коэффициент 0,84, принимая во внимание, что в воздушно сухой массе содержится (примерно 16% влаги).

$$У = \frac{M_{в.с.} \times (100 - 16)}{100} = M_{в.с.} \times 0,84$$

При таком расчете возможна небольшая погрешность, которую можно допустить в производственных опытах.

3.4. Определение показателей фотосинтетической деятельности растений в посевах

Определение площади листьев растения и суммарной площади листьев посева проводится во время отбора проб на прирост (накопление) урожая. Наиболее доступным методом определения площади листьев является «весовой». По этому методу у всех растений пробы, отобранной для накопления урожая, (50-100 зерновых, 10- пропашных), обрывают листья, определяют их массу на электронных, технических или магазинных весах. Затем из листьев вырезают высечки определенной площади.

Для зерновых культур вместо высечек используют рамку размером 10x10 см, для чего вырезают две квадратные пластины из оргстекла, скрепляют их по центру одной из сторон зажимами. Между пластинами заклады-

вают листья растений (см. рис.2). Затем края листьев, вышедших за площадь квадрата, обрезают. Листья, находящиеся в рамке площадью 100 см^2 , взвешивают с точностью до $0,01 \text{ г}$. По пропорции находят площадь всех растений.

Пример: Листья, находящиеся в рамке площадью 100 см^2 , имеют массу $2,5 \text{ г}$, листья всех 50 растений в фазу колошения ячменя имеют массу 300 г . Площадь листьев всех растений $X \text{ см}^2$

$$X = \frac{300 \text{ г} \times 100 \text{ см}^2}{2,5 \text{ г}} = 12000 \text{ см}^2$$

$$\text{Площадь листьев 1 растения} = \frac{12000 \text{ см}^2}{50} = 240 \text{ см}^2$$

Площадь листьев посева (агроценоза) определяется как площадь листьев 1 растения, умноженная на количество растений на гектаре. Например, в фазу колошения густота стояния ячменя составила 200 шт./ м^2 или 2 млн./га . Площадь листьев посева на гектаре будет равна

$$Л = \frac{240 \text{ см}^2 \times 2000000}{10000} = 48000 \text{ м}^2/\text{га}, \text{ или } 48 \text{ тыс. м}^2/\text{га}, \text{ где}$$

10000 – это число для перевода см^2 в м^2

У картофеля, свеклы и других культур с нелинейной формой листа для взятия высечки используют растительное округлое сверло, диаметр которого измеряют. Площадь округлой высечки равна πr^2 . Листья в количестве 10-20 штук складывают симметрично по центральной жилке и вырезают высечки: по одной из долей листьев картофеля, по 3-5 из листьев свеклы и других

культур. Определяют массу высечек на весах с точностью до 0,01. Площадь листьев рассчитывают так же, как у зерновых культур. Чтобы определить площадь листьев у свеклы обрывают листья без черешков (листовую пластинку), у картофеля все доли листьев.

Пример: Масса листьев (без черешков) у 10 растений сахарной свеклы во время смыкания ботвы равна – 1000 г, масса 100 высечек площадью $(3,14 \times 0,75 \text{ см}^2)$ $1,77 \text{ см}^2$ – 4 г. Густота стояния 90 тыс.растений на гектаре.

РАСЧЕТ:

$$\text{Площадь листьев 1 растения} = \frac{100 \times 1,77 \text{ см}^2 \times 1000 \text{ г}}{4 \text{ г} \times 10 \text{ растений}} = 4425 \text{ см}^2$$

$$\text{Площадь листьев посева} = \frac{4425 \text{ см}^2 \times 90 \text{ тыс./га}}{10000} = 39,8 \text{ тыс.м}^2/\text{га}$$

Результаты определения площади листьев записывают в таблицу.

Динамику формирования площади листьев можно изобразить графически в виде кривой.

Пример: Площадь листьев посева озимой ржи с урожайностью 50 ц/га составляла (тыс. м²/га) при полном отрастании весной после перезимовки (5.05) – 10;

в фазу начала выхода в трубку (15.05) – 18;

в конце фазы выхода в трубку, начале колошения (30,05) – 50;

в начале цветения (15.06) – 45;

в начале налива (25.06) – 30;

в полную фазу молочной спелости (10.07) – 5,0;

в полную фазу восковой спелости (20.07) – 0; а с урожайностью 30 ц/га соответственно по фазам: 7; 11; 43; 32; 15; 3; 0.

Определение фотосинтетического потенциала посева (ФПП) производится методом графического интегрирования. При этом за каждый период между определениями площади листьев одного растения и посева рассчитывается ФПП по формуле:

$$\text{ФПП}_1 = \frac{Л1 + Л2}{2} \times Т, \text{ где}$$

ФПП₁ – фотосинтетический потенциал, тыс. м² x сутки (дни)/га;

Л₁ – площадь листьев посева во время всходов, равная 0 или при весеннем отрастании озимых (1-ое определение) в тыс./м²/га;

Л₂ – площадь листьев посева при втором определении в тыс. м²/га;

Т – период между определениями или период от всходов до 1-го определения, в сутках (днях).

Так же определяется ФПП₂, ФПП₃ и т.д. ФПП_n

ФПП_n (последнее) определяется также, как и предыдущее, но площадь листьев при последнем определении у зерновых культур равна «0», так как это конец активной вегетации (конец восковой спелости), когда листья уже засохли, фотосинтеза нет. У кукурузы, сахарной свеклы, корнеплодов, топинамбура, многолетних трав, более поздних сортов картофеля в конце вегетации (перед уборкой) листья остаются зелеными. Поэтому при последнем определении она не равна «0». Суммарный ФПП за активную вегетацию определяется:

$$\Sigma \text{ФПП} = \text{ФПП}_1 + \text{ФПП}_2 + \text{ФПП}_3 + \dots + \text{ФПП}_n, \text{ тыс. м}^2 \text{ x сутки/га}$$

Пример: Расчет ФПП на основании графика роста площади листьев посева озимой ржи.

Расчет. Кривая 1

$$\text{ФПП}_1 = \frac{Л1 + Л2}{2} \times Т = \frac{10 + 18}{2} \times 10 = 140 \text{ тыс. м}^2 \text{ x сутки/га};$$

$$\text{ФПП}_2 = \frac{Л2 + Л3}{2} \times Т = \frac{18 + 50}{2} \times 15 = 510 \text{ тыс. м}^2 \text{ x сутки/га};$$

$$\text{ФПП}_3 = \frac{Л3 + Л4}{2} \times T = \frac{50 + 45}{2} \times 16 = 760 \text{ тыс. м}^2 \text{ х сутки/га};$$

$$\text{ФПП}_4 = \frac{Л4 + Л5}{2} \times T = \frac{45 + 30}{2} \times 15 = 562,5 \text{ тыс. м}^2 \text{ х сутки/га};$$

$$\text{ФПП}_5 = \frac{Л5 + Л6}{2} \times T = \frac{30 + 5}{2} \times 10 = 175 \text{ тыс. м}^2 \text{ х сутки/га};$$

$$\text{ФПП}_6 = \frac{5 + 0}{2} \times 10 = 25 \text{ тыс. м}^2 \text{ х сутки/га};$$

Тогда суммарный ФПП за период весенне-летней вегетации будет равен:

$$\Sigma \text{ФПП} = 140 + 510 + 760 + 562,5 + 175 + 25 = 2172,5 \text{ тыс.м}^2 \text{ х сутки/га}$$

Результаты определения ФПП записываются в таблицу.

Определение производительности ФПП, то есть количества зерна (урожая), накопленного одной тыс. единиц ФПП.

Пример: Озимая рожь накопила урожайность 50 ц/га при ФПП, равном 2172,5 тыс. м² х сутки/га.

$$\text{Получено зерна на 1 тыс. ед. ФПП} = \frac{50 \text{ ц/га} \times 100^{\text{x)}}}{2172,5} = \frac{5000 \text{ кг}}{2172,5} = 2,30 \text{ кг}$$

х) 100 – перевод центнеров в кг.

Таким образом, производительность фотосинтетического потенциала посева озимой ржи составила 2,30 кг на 1 тыс. ед. ФПП. Это хорошая производительность.

Пример: График роста площади листьев картофеля раннеспелого сорта Удача.

Площадь листьев посева картофеля с урожайностью 510 ц/га (тыс. м²/га): на 4-ый день после всходов (30.06) – 6,6; на 18-ый день (14.07) – 16,6; на 32-ой день (28.07) – 39,2; на 46 день (14.08) – 55,2; на 60 день (11.09) – 0.

Пример: Расчет ФПП картофеля сорта Удача на основании графика роста площади листьев посева, рис. 3

$$\text{ФПП}_1 = \frac{0 + 6,6 \text{ тыс.м}^2/\text{га}}{2} \times 6 \text{ дн.} = 19,8 \text{ тыс. м}^2 \text{ х сутки/га};$$

$$\text{ФПП}_2 = \frac{6,6 + 16,6 \text{ тыс.м}^2/\text{га}}{2} \times 14 \text{ дн.} = 162,4 \text{ тыс. м}^2 \text{ х сутки/га};$$

$$\text{ФПП}_3 = \frac{16,6 + 39,2}{2} \times 14 \text{ дн.} = 390,6 \text{ тыс. м}^2 \text{ х сутки/га};$$

$$\text{ФПП}_4 = \frac{39,6 + 55,2}{2} \times 14 \text{ дн.} = 660,8 \text{ тыс. м}^2 \text{ х сутки/га};$$

$$\text{ФПП}_5 = \frac{55,2 + 21,0}{2} \times 14 \text{ дн.} = 553,4 \text{ тыс. м}^2 \text{ х сутки/га};$$

$$\text{ФПП}_6 = \frac{21,0 + 0}{2} \times 14 \text{ дн.} = 148,4 \text{ тыс. м}^2 \text{ х сутки/га}$$

$$\Sigma \text{ ФПП} = 19,8 + 162,4 + 390,6 + 660,8 + 553,4 + 148,4 = 1915,4 \text{ тыс. м}^2 \text{ х сутки/га}$$

Таким образом, суммарный ФПП картофеля за период от всходов до полного созревания (74 дня) при урожайности 510 ц/га составил 1915,4 тыс. м² х сутки/га

Производительность ФПП составила:

Получено клубней

$$\text{на 1 тыс. ед. ФПП} = \frac{510 \times 100}{1915,4} = 26,6 \text{ кг} - \text{это высокая производительность}$$

ФПП.

Определение средней за вегетацию площади листьев посева производится делением ФПП на число дней активной вегетации (когда идет фотосинтез и листья остаются зелеными), по формуле:

$$L_{\text{средняя}} = \frac{\text{ФПП тыс.м}^2 \text{ х сутки (дни)/га}}{T \text{ (продолжительность активной вегетации), дней}}, \text{ тыс. м}^2/\text{га}$$

Пример: ФПП картофеля сформировался за 74 дня активной вегетации и составил 1915,4 тыс. м² х сутки/га

$$L_{\text{средняя}} = \frac{1915,4 \text{ тыс.м}^2 \text{ х сутки (дни)/га}}{74 \text{ дня}} = 25,9 \text{ тыс. м}^2/\text{га}$$

ФПП озимой ржи сформировался на 76 дней весенне-летней вегетации (с 5.05 по 20.07) и составил 2172,5 тыс. м² х сутки/га.

$$L_{\text{средняя}} = \frac{2172,5 \text{ тыс.м}^2 \text{ х сутки (дни)/га}}{76 \text{ дней}} = 28,6 \text{ тыс. м}^2/\text{га}$$

Определение чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) производится по формуле Кидда, Веста и Бриггса (А.А. Ничипоровича, 1956, 1972).

Средняя за вегетацию ЧПФ определяется как частное от деления урожая сухой фитомассы, выраженное в граммах, на ФПП, выраженный в м², по формуле:

$$\text{ЧПФ, средняя за вегетацию} = \frac{Y \text{ сухой фитомассы, ц/га}}{\text{ФПП, тыс. м}^2 \times \text{сутки/га}}, \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$$

Пример: 1. Озимая рожь накопила урожай сухой фитомассы 73,5 ц/га при ФПП, равным 2172,5 тыс. м² x сутки/га.

$$\text{ЧПФ, средняя за вегетацию} = \frac{(73,5 \times 100 \times 1000) \text{ г/га}}{2172500 \text{ м}^2 \times \text{сутки/га}} = 3,38 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$$

3. Картофель накопил урожай фитомассы при урожае клубней 510 ц/га – 95,9 ц/га с ФПП, равным 1915,4 тыс. м² x сутки/га.

$$\text{ЧПФ, средняя за вегетации} = \frac{(95,9 \times 100 \times 1000) \text{ г/га}}{1915400 \text{ м}^2 \times \text{сутки/га}} = 5,01 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$$

Определение чистой продуктивности фотосинтеза за отдельные периоды проводится так же по формуле Кидда, Веста и Бриггса.

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{\frac{L_1 + L_2}{2} \times T}, \text{ где}$$

ЧПФ в г/м² x сутки;

B₁ и B₂ – сухая масса 1 растения в г;

L₁ и L₂ – площадь листьев 1 растения в м²;

T – число дней от 1-го до 2-го определения

ЧПФ – это прирост абсолютно сухой массы в сутки на 1 м² площади листьев посева (агроценоза).

Пример: Картофель в процессе фотосинтеза накопил абсолютно сухую массу 1 растения (ботва + клубни) в сроки (г): 30.06 – 7,72; 14.07 – 43,53; 28.07 – 74,62; 14.08 – 156,68; 28.08 – 211,09.

В эти сроки площадь листьев 1 растения оставила (в м²): 30.06 – 0,139; 14.07 – 0,349; 28.07 – 0,824; 14.08 – 1,160; 28.08 – 0,441

Расчет: ЧПФ картофеля за периоды:

$$1. \text{ с } 30.06 \text{ по } 14.07. \text{ ЧПФ} = \frac{43,53 - 7,72}{\frac{0,139 + 0,349}{2} \times 14} = \frac{35,81}{3,416} = 10,48 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$$

$$2. \text{ с } 14.07 \text{ по } 28.07. \text{ ЧПФ} = \frac{74,62 - 43,53}{\frac{0,349 + 0,824}{2} \times 14} = \frac{31,09}{8,211} = 3,79 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$$

$$3. \text{ с } 28.07 \text{ по } 14.08. \text{ ЧПФ} = \frac{156,68 - 74,62}{\frac{0,824 + 1,160}{2} \times 14} = \frac{82,06}{13,888} = 5,91 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$$

$$4. \text{ с } 14.08 \text{ по } 28.08. \text{ ЧПФ} = \frac{21,09 - 156,68}{\frac{1,160 + 0,441}{2} \times 14} = \frac{35,81}{11,207} = 14,860,48 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$$

Результаты определения ЧПФ записывают в таблицу.

Таким образом, наибольшая ЧПФ у раннеспелого сорта картофеля Удача отмечается в самый ранний период развития – от всходов до образования столонов, когда идет формирование корневой системы, листовой поверхности.

ЧПФ не может иметь отрицательное значение и не превышать 11 – 12 г/м² x сутки.

При получении таких значений допущены ошибки в определении абсолютно сухой массы или площади листьев растения.

Определение коэффициента хозяйственной эффективности фотосинтеза (Кхоз.).

Кхоз. показывает, какая доля органического вещества (ассимилятов), накопленная в процессе фотосинтеза, идет на формирование хозяйственно более ценных органов растения. У зерновых и зернобобовых культур – это зерно, у картофеля – клубни, у корнеплодов – корнеплод и т.д.

Кхоз. Определяется по формуле: $K_{хоз.} = \frac{Y_2}{Y_1}$, где

Y1 – урожай абсолютно сухой массы целого растения (солома + зерно, ботва + клубни, ботва + корнеплоды) в ц/га;

Y2 – урожай абсолютно сухой массы основной продукции (зерно, клубни, корнеплоды и др.) в ц/га.

Пример: Определить Кхоз. озимой ржи при урожае зерна 40 ц/га, урожае абсолютно сухой фитомассы 85 ц/га.

Расчет: $K_{хоз.} = \frac{40 \times (100 - 14)}{85 \times 100} = 0,405$

Урожай зерна рассчитывается при стандартной влажности 14 %, а нам нужно знать урожай абсолютно сухой массы зерна. Для этого производится пересчет по формуле:

Уабсолютно сухая масса зерна $= \frac{Y \times (100 - 14)}{100}$, это заложено в формуле определения Кхоз.

Пример: Определить Кхоз. картофеля при урожае клубней 450 ц/га, урожае абсолютно сухой массы (клубни + ботва) 106 ц/га. Клубни содержат 80 % воды.

Расчет: $K_{хоз.} = \frac{450 \times (100 - 80)}{106 \times 100} = 0,849$

Результаты определения всех показателей фотосинтетической деятельности растений в посевах (агроценозах) записывают в таблицу.

3.5. Определение структуры урожаев разных культур

Определение структуры урожая проводится за 1-2 дня до начала уборки культуры или учета урожая.

У зерновых культур отбирают снопы (выдергивают растения с корнями) с закрепленных площадок, на которых проводился подсчет густоты всхо-

дов. Растения, отобранные на каждой делянке с 4-х площадок размером 0,25 м², объединяют в один сноп (с 1 м²) и проводят анализ снопового образца. Количество повторений для определения структуры урожая на производственном опыте или посеве соответствует количеству определений для подсчета густоты всходов, но не менее 4-5 снопов (объемом с 1 м² каждый).

При анализе снопового материала определяют следующие показатели структуры урожая: число растений, число побегов всего, в т.ч. продуктивных – с выполненным колосом или метелкой, массу воздушно-сухого (влажность 16%) снопа (без корней), массу воздушно-сухого (влажность 14%) зерна; по 25 растениям – высоту растений, длину колоса или метелки, число зерен в колосе или метелке, среднюю массу зерна с 1 соцветия; массу 1000 зерен. Затем определяют общую и продуктивную кустистость, биологический урожай зерна, соломы, соотношение – зерно: солома. Результаты записывают в таблицу 21.

Биологическая урожайность в ц/га определяется количеством растений на 1 га в млн. (Р), их продуктивной кустистостью (Кп), числом зерен в колосе (метелке) (Чз), массой 1000 зерен в г (М):

$$У \text{ биол.} = \frac{Р \times Кп \times Чз \times М}{100}$$

100 – число для перевода показателей в ц/га.

Пример: К уборке на 1 м² насчитывалось 200 растений ячменя (2 млн./га), продуктивная кустистость 2,5, число зерен в колосе 20 штук, масса 1000 зерен 40 г.

$$У \text{ биол.} = \frac{2 \times 2,5 \times 20 \times 40}{100} = 40 \text{ ц/га}$$

Для определения структуры урожая кукурузы отбирают по 10 растений с варианта (или посева) с закрепленных площадок и проводят их анализ. Результаты записывают в таблицу 22.

Узерновых бобовых снопы для определения структуры урожая отбирают также, как у зерновых культур. Определяют число растений на 1 м^2 , массу растений всего и зерна с 1 м^2 , по 25 растениям из снопа – число бобов на растении, среднее количество семян в бобе, массу семян с одного растения, массу 1000 семян. Биологическая урожайность рассчитывается как произведение массы зерна с 1 растения на число растений на 1 га (Р) умноженное на 10.

Пример: На 1 м^2 к уборке насчитывается 100 растений гороха (1млн./га), масса зерна с 1 растения 4 г (5 бобов на 1 растении x 4 семени в 1 бобе x 200 г – масса 1000 семян).

$$\text{У биол.} = 4 \text{ г} \times 1 \text{ млн.} \times 10 = 40 \text{ ц/га}$$

10 – число перевода урожая в ц/га.

Результаты анализа записываются в таблицу 23.

Структуру урожая картофеля определяют по 10 растениям (кустам) с каждой делянки полевого опыта и по 10 растениям, отобранным с каждой из закрепленных площадок, производственного опыта или посева. При разборке проб определяют: количество побегов с 1 куста, массу ботвы с 1 куста, число клубней с 1 куста; проводят разделение клубней по фракциям, подсчитывают количество клубней и взвешивают каждую фракцию отдельно. Рассчитывают биологическую урожайность и выход каждой фракции отдельно. Результаты записывают в таблицу 24.

Структуру урожая кормовой свеклы определяют по 10 растениям с каждой делянки полевого опыта или 10 растениям с каждой закрепленной площадки производственного посева. Выкапывают растение с корнеплодом, очищают корнеплод от земли, отрезают кончик корня и взвешивают растение (корни + ботва), затем отрезают ботву и взвешивают корни. Результаты записывают в таблицу 25.

У подсолнечника отбор проб на структуру урожая проводится также как у кукурузы. При анализе определяют: высоту растений, число корзинок на

одно растение, диаметр корзинок, число семян в корзинке, среднюю массу растения, семян, массу 1000 семян, биологическую урожайность.

Результаты записывают в таблицу 27.

У многолетних бобовых трав (клевера) на семена снопы для определения структуры урожая отбирают с 4-х площадок по 0,25 м² (50х50) с каждой делянки опыта, которые объединяют в один сноп. На производственных посевах отбирают для анализа 5-10 снопов с площадок размером 0,25 м² или 1,0 м² каждая. Для полной характеристики посева растения выкапывают с корнями, отмывают и проводят анализ. При неполной характеристике допускается срезание массы серпом. При анализе структуры урожая определяют: количество растений на 1 м², количество побегов на 1 растении, количество соцветий (головок) на 1 растении, количество семян в соцветии (головке), биологическую урожайность семян и соломы. Биологическая урожайность определяется как произведение массы семян с 1 растения на количество растений на единице площади.

ПРИМЕР: Перед уборкой семенников клевера на 1 м² насчитывалось 40 растений, масса 1 растения 0,75 г (масса 1000 семян х число семян в 1 головке х число головок на одном побеге х число побегов на одном растении).

$$U_{\text{биол.}} = (0,75 \text{ г} \times 40) : 10 = 3 \text{ ц/га}$$

Результаты анализа записываются в таблицу.

3.6. Методика учета урожайности разных культур

Для определения фактической урожайности проводят учет урожая со всей учетной площади делянки. У зерновых, зернобобовых, льна-долгунца, клевера и других трав учетная площадь делянки полевых опытов не менее 50 - 100 м² в 4-х кратной повторности, производственных – 500-1000 м² в 2-3-х кратной повторности. Уборку на мелких делянках проводят специальным комбайном, предназначенным для уборки опытных посевов, например Сампо-130, на больших – зерновыми комбайнами (Дон - 1500 и др). При этом с

каждой делянки зерно взвешивается отдельно. Из бункерной массы отбирают пробы объемом 1 кг в бумажные или матерчатые мешочки для определения чистоты и отдельно – в стеклянные бутылки с плотной пробкой или в металлические бюксы – пробы для определения влажности зерна. У зерновых культур влажность можно определить в поле с помощью полевых влагомеров или в лаборатории – методом высушивания. Урожайность пересчитывается на 14% влажность и 100 % чистоту.

$$\text{Урожайность сухого зерна} = \frac{\text{Урожай бункерн.массы} \times (100 - \text{В фактич.})}{(100 - \text{В стандартная})}$$

В - влажность стандартная равна 14 %.

Урожайность сухого чистого зерна определяется умножением урожая сухого зерна на чистоту. Чистота определяется в соответствии с существующим ГОСТом. Результаты записываются в таблицу 29,

Пример: Урожайность озимой ржи бункерной массы составила 40 ц/га, фактическая влажность зерна при уборке 25%, чистота бункерной массы 95%.

Расчет:

$$У = \frac{40 \times (100 - 25) \times 95}{(100 - 14) \times 100} = 33,1 \text{ (ц/га)}$$

Урожайность кормовых культур определяют путем взвешивания массы с учетной площади делянки размером не менее 10 м² в 4-х кратной повторности. При этом скашивание проводится вручную или малогабаритной техникой. Скошенная масса взвешивается на платформенных весах (до 50-100 кг веса). На производственных опытах и посевах уборка урожая проводится с помощью существующих уборочных машин, масса урожая с каждой учетной делянки взвешивается отдельно. Перевод урожая зеленой массы трав на сено проводится на стандартную влажность сена – 16%. Влажность зеленой массы определяется с помощью полевого влагомера или методом высушивания.

Учет урожая картофеля, кормовых корнеплодов проводится путем выкапывания клубней или корней с учетной площади делянки размером 50 м² в 4-х кратной повторности.

На производственных опытах и посевах для повышения точности учета урожая отбиваются учетные площадки размером 100 м² в 4-х местах поля, расположенных по диагонали поля.

С каждой убранной площадки урожай клубней и корней взвешивается отдельно. У сахарной свеклы и корнеплодов взвешивается также масса ботвы и определяется ее урожай. При учете урожая картофеля и корнеплодов отбираются пробы по 3-5 кг для определения процента загрязненности урожая (клубни взвешивают, отмывают от земли и взвешивают повторно после обсыхания). После определяют урожай клубней или корнеплодов со скидкой на загрязненность.

Запись учета урожая проводится по форме таблицы 30.

Результаты учета урожая по повторениям после перевода его на стандартную влажность и чистоту (100%) обрабатывают математически методом дисперсионного анализа в соответствии с методикой размещения делянок (рэндомизированными повторениями, блоками или др. способом). Математическую обработку урожайных данных полевого или полевого производственного опыта проводят по методике Фишера (Б.А.Доспехов, 1985, Б.Д. Кирюшин, Р.Р. Усманов, И.П. Васильев, 2009) . Определяют наименьшую существенную разность – НСР₀₅.

При анализе структуры урожая, или во время учета урожая, отбирают пробы для определения качества урожая (содержание протеина, белка, нитратов, крахмала, сахара и др. показателей качества) в соответствии с существующими методиками и ГОСТами.

Контрольные вопросы к главе III

1. Что такое «фенологические наблюдения»?
2. Какие фазы роста и развития отличают у зерновых культур I биологической группы?
3. Какие фазы роста и развития отличают у картофеля, свеклы?
4. Как определяется густота всходов, что такое полевая всхожесть, перезимовка, сохранность, общая выживаемость растений?
5. Как отбираются пробы для определения показателей фотосинтетической деятельности растений (прироста сырой и сухой фитомассы, площади листьев и др.)
6. Каким методом определяется площадь листьев у различных растений?
7. Как определяется фотосинтетический потенциал посева?
8. Что такое $K_{\text{хоз}}$?
9. Как определить полевую влажность почвы на опытных посевах?
10. Дайте понятие коэффициентов водопотребления культур.
11. Как определить засоренность посевов?
12. Как определить распространённость и степень поражения растений различными болезнями?
13. Как отобрать снопы для определения структуры урожая зерновых культур?
14. Какие показатели продуктивности растения и посева (посадок, агроценоза) являются составляющими структуры урожая разных культур?
15. Как определяется урожайность различных культур в опытных посевах?

IV. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

В научных исследованиях по растениеводству проводится анализ результатов изысканий, выполненных аспирантом по теме научной работы, с целью теоретического обоснования разрабатываемой технологии, выявления особенностей роста и развития культуры в конкретных условиях, структуры посева и ее оптимальных параметров. Дается обоснование исследований, места проведения опыта, указывается тип, разновидность и агрохимическая характеристика почвы опытного участка, схема опыта, расположение делянок, повторность опыта. Дается характеристика объектов исследований и описание выполненных наблюдений, определений и их методики, агротехники изучаемой культуры в опытных посевах.

В разделе 4.2 проводится анализ результатов наблюдений за ростом и развитием растений, накоплением урожая в соответствии с данными таблиц 4-30. Дается обоснование и анализ цифрового материала таблиц: фенологических наблюдений, продолжительности межфазных периодов и периода вегетации культуры; густоты стояния, полевой всхожести, сохранности растений, общей выживаемости в зависимости от вариантов опыта и метеорологических условий.

Подробно анализируется ход накопления урожая, указываются приросты фитомассы, (сырой, сухой), графики роста площади листьев, по отдельным этапам (фазам, межфазным периодам) в зависимости от вариантов опыта и метеорологических условий. Приводятся результаты исследований влажности почвы, засоренности посевов, пораженности растений болезнями, если это входило в задачи опыта.

В разделе 4.3 дается подробный анализ структуры урожая и урожайности по вариантам опыта, выявляются лучшие варианты, обеспечивающие получение наибольшей урожайности, делается вывод о лучших параметрах посева- модели посева.

В заключении формулируются выводы по результатам исследований и о возможности использования лучшего варианта в производстве при возделывании культуры по изучаемой технологии. Дается заключение – соответствует ли полученные параметры структуры посева оптимальной модели посева, который нужно сформировать при возделывании данной культуры по интенсивной или другой наиболее совершенной технологии возделывания.

Контрольные вопросы к главе IV

1. Какие показатели входят в агрохимическую характеристику почв?
2. Что такое схема опыта, повторность, учетная площадь делянки?
3. Как определяется продолжительность межфазных периодов?
4. Как рассчитать суточный прирост фитомассы?
5. Что Вы понимаете под параметрами посева?

V. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

В данной главе научной работы дается обоснование и разработка интенсивной или другой заданной технологии возделывания культуры, внедрение которой позволит получить запланированный урожай высокого качества с низкой себестоимостью продукции, а также рационально использовать материально-технические ресурсы, обеспечить сохранение окружающей среды от загрязнения.

По источникам литературы дается характеристика применяемых в России и за рубежом технологий возделывания изучаемой культуры.

Обосновываются требования к размещению культуры при возделывании ее по высокой, интенсивной или другой заданной технологии, задачи паспортизации полей. На основании заданной окультуренности полей или окультуренности полей в хозяйстве (если работа выполняется по заказу) делается вывод о возможности возделывания изучаемой культуры по разрабатываемой технологии.

Излагаются требования к сортам, пригодным для возделывания по разрабатываемой технологии. Выбирается сорт, потенциальная продуктивность которого позволила бы в условиях конкретного хозяйства получить запланированный урожай.

В настоящее время рекомендованные и допущенные к возделыванию в регионе и являются перспективными следующие сорта полевых культур.

По источникам литературы приводится полная характеристика выбранного сорта.

VI. Программирование урожаев

Глава 6 посвящена программированию урожайности культуры: определению величины урожая по приходу фотосинтетически активной радиации

(ФАР), по влагообеспеченности, составление модели посева и расчету доз удобрений на запрограммированный действительно возможный урожай и на заданный урожай в работе.

6.1. Расчет потенциальной урожайности (ПУ) производится по суммарному приходу ФАР с запланированным, но реальным для конкретных условий и сортов коэффициентом использования ее посевами. В условиях Центрального района России для сортов интенсивного типа при благоприятном сочетании тепла, влаги и полном обеспечении растений элементами минерального питания для большинства полевых культур реальным является коэффициент использования приходящей ФАР от посева до уборки (КПД ФАР) 2-3%. Поэтому в расчетах можно использовать КПД ФАР, равный 2,0-2,5%.

Потенциальный урожай (ПУ) определяется по формуле:

$$У \text{ биол.} = 10^4 \times \frac{\Sigma Q \times \text{КПД ФАР}}{q}, \text{ где}$$

ΣQ – суммарный приход ФАР от посева до уборки культуры в кДж/см², который берут из Агрометеорологических бюллетеней (см. раздел 2,5, табл. 2).
Перевод МДж/м² в кДж/см²: 1 МДж/м² = 10 кДж/см². При отсутствии в агроклиматических справочниках данных по суммарному приходу ФАР можно использовать среднемноголетние данные приложения 2;

КПД ФАР – коэффициент использования ФАР посевами в %;

q – теплотворная способность единицы урожая в кДж/кг целого растения (приложение 3);

У биол. – потенциальный урожай (ПУ) сухой фитомассы в ц/га.

Для определения урожая основной продукции (зерна, клубней, корней) при стандартной влажности пользуются формулой:

$$У_{т.} = \frac{100 \times У \text{ биол.}}{(100 - \text{Вст.}) \times a}, \text{ где}$$

У_{т.} - урожай товарной продукции ц/га при стандартной влажности;

У_{биол.} – урожай сухой фитомассы в ц/га;

Вст. – стандартная влажность: для зерновых 14%, клубней картофеля 80% и ботвы 85%, зеленой массы кукурузы 70%, корнеплодов 80%, многолетних трав на сено 16%;

a – сумма частей основной и побочной продукции.

Этот показатель берется из фактического отношения частей высокого урожая определенного сорта в конкретных условиях зоны по данным научных учреждений. Для Центрального района России близкими к реальным являются соотношения основной и побочной продукции лучших сортов: озимой ржи 1: 1,7-1,8; озимой пшеницы 1 : 1,5-1,6; ячменя 1 : 1,3-1,4; овса 1 : 1,5-1,7; яровой пшеницы 1 : 1,4-1,5; картофеля 1 : 0,7; сахарной свеклы 1 : 0,9-1,0; свеклы кормовой 1 : 0,6-0,7.

Для определения урожая основной продукции можно пользоваться расчетными усредненными коэффициентами (Кт) хозяйственной эффективности урожая, выражающими долю основной продукции при стандартной влажности от общего урожая сухой фитомассы (приложение 4). Такие расчеты менее точны, так как нужно иметь подобные данные по лучшим сортам каждой зоны.

Исходные и расчетные данные записываются в таблицу 31 приложения 1.

6.2. Расчет действительно возможной урожайности (ДВУ) по влагообеспеченности посевов. В большинстве районов возделывания величина урожайности ограничивается недостаточной влагообеспеченностью посевов. Поэтому расчет реальной урожайности (У_{дву}) проводится по фактической обеспеченности посевов влагой. Для этого пользуются формулой:

$$У \text{ дву} = \frac{100 \times W}{K_w}, \text{ где}$$

У дву – урожай сухой фитомассы, ц/га,

W – продуктивная влага в мм, или суммарное водопотребление в мм;

K_w – коэффициент водопотребления – расход влаги в мм на создание единицы сухого вещества.

Продуктивная влага (суммарное водопотребление) рассчитывается по формуле:

$$W = W_0 + O_c \times K_i, \text{ где}$$

W₀ – запас продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см к началу весенней вегетации (до посева);

O_c - сумма осадков за период вегетации данной культуры;

K_i - коэффициент использования весенне-летних осадков (Для каждой местности свой K_i, для северной части Центрального района он равен 0,8-1,0).

Для расчетов все показатели водного баланса берут по данным ближайшей метеостанции (см. раздел 2.5, табл. 2).

Показатели коэффициентов водопотребления целесообразно использовать по данным ближайшего научно-исследовательского учреждения. При отсутствии подобных данных можно использовать усредненные показатели коэффициентов водопотребления.

Расчет ДВУ основной продукции производится также, как при определении ПУ. Исходные и расчетные данные заносятся в таблицу 32.

В заключении дается анализ расчетных уровней урожайности в сравнении с потенциальными возможностями сорта. Для этого можно использовать результаты конкурсного сортоиспытания ближайшего Государственного сортоиспытательного участка.

6.3 Составление модели посева, обеспечивающего получение ДВУ и урожая, запланированного в научной работе, является одним из важных элементов программирования урожайности. Для этого нужно знать оптимальные параметры посева и показатели элементов продуктивности растений, выбранного сорта или гибрида. Составление модели посева заканчивается расчетом нормы высева.

Посев (агроценоз) является сложной динамической фотосинтезирующей саморегулирующейся системой. Поэтому при программировании урожайности необходимо заранее планировать основные параметры (структуру) посева. Наибольшим динамизмом обладает агроценоз зерновых культур вследствие способности их к кущению. При составлении моделей посева за основу можно брать те показатели продуктивности растения, которые получены в лучших вариантах проведенного студентом опыта или при определении структуры урожая высокопродуктивного производственного посева.

По зерновым культурам основные показатели модели посева и продуктивности растений: ДВУ, продуктивность колоса или метелки (длина колоса, количество зерен в колосе (метелке), масса 1000 зерен, масса зерна с 1 колоса (или метелки), число продуктивных побегов на 1 м² (га), продуктивная кустистость, количество растений, сохранившиеся к уборке, полевая всхожесть, сохранность растений, общая выживаемость, густота всходов, норма высева – количество высеянных всхожих семян на м² (га). Для озимых дополнительно необходимо планировать процент перезимовки. Результаты записывают в таблицу 33.

Пример: Составить модель посева озимой ржи сорта Тулунскаязеленозерная, обеспечивающего получение запрограммированного урожая 45 ц/га.

1. Урожайность 45 ц/га или 450 г/м².
2. Число зерен в колосе – 40 шт. (10 уступов колоскового стержня x 2 зерна в колоске x 2 стороны стержня).
3. Средняя масса 1000 зерен при уборке – 30 г.

$$4. \text{ Масса зерна с 1 колоса} = \frac{30 \text{ г} \times 40 \text{ шт.}}{1000} = 1,2 \text{ г.}$$

$$5. \text{ Число продуктивных побегов к уборке на } 1 \text{ м}^2 = 450 \text{ г/м}^2 : 1,2 \text{ г} = 375 \text{ шт.}$$

$$6. \text{ Продуктивная кустистость } 1,7$$

$$7. \text{ Число растений к уборке на } 1 \text{ м}^2 (P) = 375 : 1,7 = 220 \text{ (шт.)}$$

$$8. \text{ Полевая всхожесть} - 80\% \text{ (П.В.)}$$

$$9. \text{ Перезимовка} - 70\% \text{ (Пер.)}$$

$$10. \text{ Сохранность растений от весеннего отрастания до уборки} - 90\% \text{ (Сохран.)}$$

$$11. \text{ Общая выживаемость (О.В.)} = \frac{\text{П.В.} \times \text{Пер.} \times \text{Сохран.} \times 100}{100 \times 100 \times 100} = \frac{80 \times 70 \times 90 \times 100}{100 \times 100 \times 100} =$$

$$50,4 \%$$

$$12. \text{ Норма высева} - \text{количество высеянных всхожих семян на } 1 \text{ га} = \frac{P \times 100}{\text{О.В.}}$$

$$\text{Н.В.} = \frac{220 \text{ шт./м}^2 \times 100}{50,4} = 436 \text{ шт./м}^2 \text{ или } 4,36 \text{ млн./га}$$

Модель посева для других культур составляют по параметрам, приведенным в таблицах 34-38.

6.4. Расчёт доз удобрений на запланированный урожай производится балансовым методом в модификации И.С.Шатилова, М.К.Каюмова для чего можно пользоваться формулой:

$$\text{Д.д.в.} = \frac{(У \times В) - (П \times К_m \times К_p)}{K_u}, \text{ где}$$

Д – расчетная норма элемента питания, кг действующего вещества;

У – планируемый урожай основной продукции, ц/га;

В – биологический вынос элемента питания данным растением на 1 ц основной продукции с учетом побочной, кг;

П – содержание элемента питания в мг/100 г почвы; (В настоящее время по ГОСТу содержание питательных веществ определяется в мг/кг почвы. Чтобы перевести его в мг/100г почвы, нужно показатель разделить на 10. Например, P_2O_5 – 350 мг/кг или 35 мг/100г. почвы)

Км – коэффициент перевода из мг/100 г питательного вещества в кг/га;

Он определяется путем умножения плотности почвы в $г/см^3$ на мощность пахотного слоя. (Например, плотность пахотного слоя выщелоченного чернозема равна $1 г/см^3$, мощность – 25 см, коэффициент перевода = $1 \times 25 = 25$ – масса почвы в объеме пахотного слоя. Плотность легко суглинистой дерново-подзолистой почвы – $1,25 г/см^3$, мощность пахотного слоя – 22 см, коэффициент перевода = $1,25 \times 22 = 27,5$);

Кп – коэффициент использования питательных веществ из почвы;

Ку – коэффициент использования питательных веществ из удобрений.

Данные биологического выноса, коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений берут по данным ближайшего научно-исследовательского учреждения применительно к зоне, области, где расположено хозяйство, для которого разрабатывается технология.

При выполнении научной работы не по заказу предприятия можно пользоваться обобщенными данными выноса и коэффициентов использования питательных веществ в приложениях 6, 7, 8, 9.

Если потребность в питательных веществах будет удовлетворяться за счет внесения минеральных и органических удобрений, то расчет проводят по формуле:

$$Д.д.в. = \frac{(У \times В) - (П \times Км \times Кп) - (Дн \times Сн \times Кн)}{Ку}, \text{ где}$$

Дн – норма внесения органических удобрений, т/га;

C_n – содержание питательных веществ в 1 т органических удобрений, которые планируется вносить. (Например, в 1 т навоза в среднем содержится 5 кг азота, 2,5 кг фосфора и 6 кг калия);

K_n – коэффициент использования NPK из органических удобрений, используют справочные данные. Можно пользоваться обобщенными данными (приложение 9).

Для расчета потребности культуры в питательных веществах пользуются данными агрохимического обследования, проведенного в год посева (весной) или осенью предыдущего года. Если обследование проведено за 2-3 года, то учитывают последствие ранее внесенных органических и минеральных удобрений, вычитая его из общего выноса NPK. В этом случае количество NPK, которое может быть усвоено данной культурой за счет последствия удобрений, внесенных под предшественник, определяется путем умножения этой дозы на коэффициент использования NPK в последствии. Из органических удобрений на второй год после внесения используется в среднем 25% N, 25% P и 15% K, на третий – 15% N, 10% P, 10%K; из минеральных туков на второй год – 10% N, 10-20% P, 20%K, на третий – 10-20%P, 10% K. Общий расчет дозы с учетом последствия удобрений, внесенных под предшественник, проводится по формуле:

$$Д.д.в. = \frac{(У \times В) - (П \times К_m \times K_n) - (Д_n \times C_n \times K_n) - Д_{пр} \times K_{пос}}{K_y}, \text{ где}$$

$Д_{пр}$ – доза удобрения, внесенная под предшественник;

$K_{пос}$ - коэффициент использования данного элемента питания в последствии.

Расчет проводится по каждому элементу питания.

Пример. Определить дозу азота, фосфора и калия под запрограммированный урожай озимой ржи в 45 ц/га, высеваемую после раннего картофеля на дерново-подзолистой почве. До посадки картофеля в пахотном слое почвы (0-22 см) содержалось 6 мг/100 г легкогидролизуемого азота, 10 мг P_2O_5 и 10 мг K_2O , под картофель внесли 50 т/га навоза и $N_{90}P_{90}K_{140}$.

$$\text{Дд.в. N} = \frac{(45 \times 3,1) - (6 \times 27,5 \times 0,25) - (50 \times 5 \times 0,25) - (90 \times 0,10)}{0,50} = 53,5$$

$$\text{Дд.в. P} = \frac{(45 \times 1,37) - (10 \times 27,5 \times 0,07) - (50 \times 2 \times 0,25) - (90 \times 0,10)}{0,15} = 56$$

$$\text{Дд.в. N} = \frac{(45 \times 2,6) - (10 \times 27,5 \times 0,15) - (50 \times 5 \times 0,15) - (140 \times 0,20)}{0,25} = 41$$

Таким образом, в данном примере под озимую рожь необходимо внести с минеральными туками $N_{54}P_{56}K_{41}$.

Расчет доз удобрений под запрограммированный ДВУ можно проводить другими, рекомендованными для данной зоны, методами, в том числе на ЭВМ.

Наиболее ответственным является определение дозы азота, так как этот элемент отличается повышенной подвижностью в почве. В хозяйствах, как правило, не проводится агрохимическое обследование почв на содержание азота. В то же время правильное удовлетворение потребностей растений в азоте играет большое (часто решающее) значение в получении запрограммированного урожая.

Расчет доз азота для зерновых культур можно проводить по выносу его с урожаем, делая поправку на плодородие и механический состав почв. На суглинистых и высококультуренных почвах величину выноса следует умножать на коэффициент 0,8-0,9, на супесчаных и среднекультуренных – на коэффициент 1-1,1.

Пример. Определить дозу азота под ячмень для получения урожая 50 ц/га на дерново-подзолистой супесчаной почве. Вынос азота 1 ц зерна и соответствующего количества соломы у ячменя равен 2,5 кг.

Тогда - Дд.в. N = 50 x 2,5 x 1 = 125 кг/га.

На высококультуренной среднесуглинистой почвах доза азота составит Дд.в. N = 50 x 2,5 x 0,8 = 100 кг/га.

При возделывании по высокой, интенсивной технологиям, чтобы правильно удовлетворить потребность растений в азоте на всех этапах формирования урожая, а также исключить потери его (газообразные, вымывание, с осадками) и загрязнение окружающей среды, азотные удобрения вносятся дробно. Для уточнения нуждаемости растений в подкормке и дозы подкормки проводят диагностику питания. Используют один из методов диагностики: тканевую, растительную, почвенную. Поэтому при составлении системы удобрения культуры, по которой разрабатывается научная работа, необходимо правильно распределить общую расчетную дозу удобрений по срокам внесения, планировать диагностику питания и корректировку оставленной для подкормки дозы азота и других элементов питания, учитывать биологические особенности культуры.

VII.ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ

Обоснование и разработка технологических приемов является завершающим разделом научной работы, в нем на основании анализа источников литературы, экспериментальной работы и расчетов излагается разработанная наиболее совершенная технология возделывания культуры, дается обоснование рекомендованным приемам.

В подразделе 7.1 дается обоснование требований изучаемой культуры к предшественникам. Выбирается лучший предшественник, по которому необходимо размещать изучаемую культуру по разрабатываемой технологии. Приводится чередование культур данного севооборота.

В подразделе 7.2. дается обоснование разработанной для данных конкретных условий системы обработки почвы под изучаемую культуру при размещении ее по выбранному предшественнику. Рекомендованная аспирантом система зяблевой и предпосевной обработки почвы должна строиться с

учетом фитосанитарного состояния поля (засоренности, заселения поля вредителями, распространения болезней), окультуренности поля, типа и гранулометрического состава почв, биологических требований культуры и реакции выбранного сорта на приемы обработки (сроки, глубина, качество, отклонения от оптимальных параметров), указываются машины, орудия, агрегаты.

В подразделе 7.3. приводится разработанная система удобрения изучаемой культуры: сроки внесения удобрений, дозы органических удобрений и минеральных туков, вносимых в разные сроки от общей нормы удобрений, определенной путем расчета по выносу на ДВУ (см. подраздел 5.5.4.). Дается обоснование рекомендуемым срокам внесения, дозам основного, рядкового удобрения, подкормкам. Указывается приемлемый способ диагностики питания и корректировки доз подкормки. Приводится перечень систем машин по внесению удобрений, которые будут применяться, даются рекомендации по качеству внесения и настройке машин на лучшее качество внесения; по видам и формам удобрений в соответствии с требованиями культуры.

В подразделе 7.4 излагаются требования к качеству посевного или посадочного материала (семян) при возделывании культур по разработанной технологии. Указывается, какие семена рекомендуется использовать по выбранному сорту (репродукция, посевные качества, сила роста), дается обоснование предлагаемым приемам подготовки семян к посеву (воздушно-тепловой обогрев, инкрустация и т.д.), приводится подробная технология комплексной подготовки семян к посеву с указанием сроков, норм, доз, видов используемых пестицидов или биологических препаратов, микроэлементов и других средств, обеспечивающих повышение посевных и урожайных свойств семян. Машины и агрегаты, рекомендуемые для комплексной подготовки семян к посеву.

В подразделе 7.5. дается обоснование рекомендуемой нормы высева (посадки) на основании расчета ее с учетом качества семян, общей выживае-

мости семян и растений (см. модель посева), качества подготовки семян, особенностей применяемых машин, изменений метеорологических условий. Приводится расчет нормы высева (посадки) в кг (или тоннах для картофеля) на гектар. Даются рекомендации по начальной и конечной густоте стояния, как обеспечить оптимальную густоту стояния продуктивного стеблестоя в течение вегетации культуры.

В подразделе 7.6. приводятся рекомендации и их обоснование по срокам, способом посева (посадки), машинам и агрегатам, обеспечивающим выполнение требований разрабатываемой технологии. При разработке интенсивной технологии зерновых культур дается схема посева с оставлением технологической колеи, рекомендованная организация сева, комплекс машин и агрегатов, их оборудование и регулировка. Излагается мнение ученых и практиков, а также свое личное о преимуществах и недостатках посева культур с применением исследуемых элементов технологии возделывания.

В подразделе 7.7. излагается система рекомендованных аспирантом мероприятий по уходу за посевами и защите их от вредителей, болезней, сорняков, дается подробное обоснование выбранным приемам, срокам проведения, определению доз, а также указывается система машин и настройка их на заданный режим работы.

В подразделе 7.8. даются рекомендации по срокам и способам уборки, применению комплекса машин для уборки и настройки их на уборку без потерь; по подготовке поля к уборке и организации труда на уборке урожая, обеспечивающей бесперебойную работу агрегатов. Приводятся рекомендации по послеуборочной доработке продукции, основные требования к качеству послеуборочной доработки урожая.

В подразделе 7.9 излагаются рекомендации по использованию в производстве полного комплекса машин и рабочих органов для высококачественного выполнения всех приемов разработанной технологии, о необходимости

приобретения новых, более совершенных машин и своевременной подготовки их к работе.

В подразделе 7.10 приводится технологическая схема возделывания данной культуры по разработанной технологии как руководство для ее исполнения.

В заключение раздела даются выводы и предложения по использованию разработанной технологии в производстве в конкретных условиях региона.

Заключение. В заключении аспирант делает обобщающие выводы по всем главам работы: о потенциальных возможностях изучаемой культуры (лучших ее сортов) и реальных урожаях в конкретных условиях; о наиболее эффективных приемах, полученных по результатам научных исследований автора; о рекомендуемом (разработанном) варианте технологии возделывания; о предложениях автора по повышению урожайности полевых культур в данном регионе.

Контрольные вопросы к главе 7

1. Каким требованиям должны отвечать сорта при возделывании культур по высоким и интенсивным технологиям?
2. Какие технологии применяются в настоящее время при возделывании зерновых и других полевых культур?
3. Как проводится расчет потенциальной урожайности культуры?
4. Как проводится расчет действительно возможной урожайности культуры?
5. Из каких показателей продуктивности составляется модель посева зерновых культур, картофеля, многолетних трав?
6. Как определяется норма высева в млн. шт. всхожих семян на гектар и кг на гектар?

7. Каким методом проводится расчет доз удобрений на запланированную урожайность?
8. Какие количественные и качественные показатели включаются в технологическую схему возделывания культуры для каждого вида работ?

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

В список литературы включаются все источники, которые были использованы при написании научной работы и на которые имеются ссылки в тексте. Список литературы составляется с новой страницы.

VIII. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ НАУЧНОЙ РАБОТЫ

К оформлению научной работы по проведенным изысканиям предъявляются определенные требования. Она должна включать: титульный лист (форма 1, приложения 1), содержание, введение, актуальность, научная новизна, цель, задачи научной работы, практическая значимость; основной текст в соответствии с содержанием, в котором помещаются также таблицы, рисунки, графики, их анализ; заключение, список использованных источников литературы.

Научная работа набирается на компьютере на бумаге формата А-4 (297 х 210 мм). В тексте соблюдается стилистическая и орфографическая грамотность, четкость изложения, аккуратность.

Научная работа должна оформляться шрифтом TimesNewRoman. Размер шрифта 14. Межстрочный интервал полуторный для текста, одинарный для таблиц. Оставляются поля размером: левое 30 мм, правое 10 мм, верхнее 20 мм (до указания цифры страницы), нижнее 25 мм. На одной странице сплошного текста должно быть 30 строк \pm 1. Каждая строка должна содер-

жать не более 40 – 42 знаков. Все страницы имеют сквозную нумерацию от титульного листа до последней страницы, включая приложения. Порядковый номер страницы обозначается арабскими цифрами и проставляется в правом верхнем углу страницы (на расстоянии 20 мм от верхнего и 10 мм от правого края листа). На титульном листе, являющемся первой страницей, номер не ставится. Нумерация начинается со второй страницы.

Научную работу подразделяют на главы, разделы и подразделы, которые обозначаются арабскими цифрами: главы – одной цифрой с точкой, разделы – двумя, подразделы – тремя. Каждую главу следует начинать с новой страницы. В пределах главы, раздела формируются свои порядковые номера разделов и подразделов.

Заголовки глав пишутся прописными буквами, а заголовки разделов и подразделов – строчными, кроме первой – прописной. От основного текста заголовки глав отделяются 2-мя межстрочковыми интервалами (пропускаются 2 строки), а заголовки разделов и подразделов – одним (пропускается одна строка сверху и снизу заголовка). Переносы слов в любых заголовках не допускаются, точка в конце заголовка не ставится. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой, после последнего предложения точку не ставят. Подчеркивания заголовков не допускается.

Абзацы в тексте начинаются, с так называемой, красной строки, абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту от левого поля (основного текста по вертикали) 5 знаков или 1,5 см.

При написании текста термины и определения должны быть едиными и соответствовать стандартам или общепринятым в научной литературе. Сокращения слов в тексте, заголовках таблиц, подписях под иллюстрациями не допускается, за исключением общепринятых сокращений (г, кг, ц, т, см, м, км и т.д.). За обозначением единиц измерения (г, кг, ц, т, см, м, км, мм и т.д.) точка не ставится. За принятыми в науке сокращениями ставится точка (например: рис., табл., страница – с., руб., коп. и т.д.).

Цифровой материал оформляется в таблицы. Они помещаются равномерно в тексте, при анализе табличного материала на таблицы делаются ссылки. Каждая таблица должна иметь порядковый номер. Таблицы нумеруют последовательно в пределах главы, независимо от разделов и подразделов. Например, Таблица 2.1 (первая таблица 2-ой главы), 2.2, 2.3 и т.д., Таблица 5.2 (вторая таблица 5-ой главы). После заголовка таблицы и последней цифры номера таблицы точка не ставится. Слово «Таблица 5.2» пишется в правой стороне листа, отступая от правого поля 10 мм, заголовок таблицы – с красной строки строчными буквами (кроме первой прописной) через 2 интервала машинописи (как и основной текст). Заголовки граф таблиц должны начинаться с прописных букв, подзаголовки – со строчных, если они составляют одно целое с заголовком, и с прописных, если они самостоятельные. Высота строк в таблицах должна быть не менее 8 мм. Единицу физической величины, общую для всех данных таблицы, указывают в заголовке таблицы, общую для строки или графы – в соответствующей строке или графе. Например, заголовок таблицы: «Урожайность ячменя ярового в зависимости от доз минеральных удобрений, ц/га». Или строка: «Приход ФАР, МДж/м²», или графа: «Густота стояния, шт./м²: по всходам; перед уборкой» и т.д.

Цифры, приводимые в таблице и имеющие одну и ту же единицу измерения, должны быть округлены с одинаковым уровнем точности.

Таблицы с большим количеством граф, неумещающиеся на одной странице, рекомендуется делить на части. В этом случае слово таблица пишут только над первой частью, на следующих страницах пишут: «Продолжение таблицы...», или «Окончание таблицы...», если она размещается на трех или более листах. В случае переноса таблицы на следующую страницу под графами таблицы («шапками») пишут номера граф, которые указывают при продолжении таблицы, чтобы повторно не писать заголовки и подзаголовки граф. Не допускается название таблицы оставлять на одной странице, а графы и их содержание переносить на другую. Если таблица не помещается на

оставшейся части страницы, следует продолжить текст, таблицу полностью перенести на следующую страницу.

Заголовок таблицы должен быть кратким, отражать ее содержание.

Кроме таблиц, научная работа оформляется диаграммами, схемами, рисунками, графиками, фотографиями. Все эти иллюстрации обозначают словом «Рис.» и нумеруют последовательно арабскими цифрами в пределах главы, например: Рис. 2.1 (первый рисунок второй главы). Нумерация рисунков «Рис.» ведется самостоятельно, не включается в нумерацию таблиц. Название иллюстрации и пояснения к ним подписывают под ними. В левом углу с красной строки (отступая пять знаков) от поля пишут слово «Рис.» И дают его название.

Например:

Рис. 2.1 График роста площади листьев агроценоза картофеля в зависимости от густоты стояния

Условные обозначения: (приводятся условные обозначения вариантов)

Рисунки и схемы представляют в программе CoralDRAW в векторном виде, фотографии в растровом формате с разрешением не ниже 300 dpi (предпочтительный формат JPEG)

В тексте даются ссылки на таблицы и другие иллюстрации (Рис.), при этом делаются сокращения (табл., рис.). Например; На рисунке. 2.1 изображен график роста площади листьев посева картофеля. Здесь сокращение не делается. В другом случае: «Рост площади листьев в начале вегетации картофеля идет медленно(рис 1)», делается сокращение.

Формулы, помещенные в тексте, нумеруют также, как таблицы или рисунки своими порядковыми номерами в пределах главы и записывают номер в круглых скобках в правой стороне листа. Например:

$$U \text{ дву} = \frac{W \times 100}{Kw}, \text{ где} \quad (2.1)$$

У дву – действительно возможный урожай сухой фитомассы в ц/га, и т.д.

Формулы набираются в MicrosoftEquation 3.1

Иллюстрации должны располагаться так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке. Их следует помещать сразу после первого упоминания. В повторных ссылках указывают: «см. рис. 2.1» или «см. табл. 3.1».

В содержании работы, особенно в обзоре литературы по теме научной работы, в обосновании технологии возделывания (главы 3, 4, 5), даются ссылки на источники литературы, авторов или группу авторов. Если автор работы ссылается на источники литературы, не называя фамилию автора, в тексте дается ссылка – в квадратных скобках ставится порядковый номер источника, под которым он стоит в списке литературы. Например: «Как показано во многих исследованиях [1, 5, 12, 13, 25], оптимальной площадью листьев посева зерновых культур является 40 – 50 тыс.м²/га . . .». В случае, когда аспирант ссылается на отдельного автора и хочет показать приоритет данного ученого, он указывает и.о. фамилию ученого, затем в квадратных скобках указывает порядковый номер, под которым источник помещен в списке литературы. Например: «И.С.Шатилов [28] впервые сформулировал десять принципов программирования урожаев сельскохозяйственных культур...». Или: «На втором этапе органогенеза, по данным Ф.М.Куперман [30], идет дифференциация конуса нарастания на зачаточные узлы и междоузлия стебля...».

В работе можно приводить цитаты из высказываний классиков, выдающихся ученых. Цитата переписывается точно, без искажений, берется в кавычки, указывается номер цитаты на данной странице, дается ссылка на автора и источник, откуда взята цитата, внизу страницы (не захватывая нижнее поле). Если на странице цитата одна, то после окончания цитаты номер не ставится. Например: К.А.Тимирязев дал ответ, что нужно для обеспечения

урожая возделываемой культуры: «Прежде всего, конечно знакомство с потребностями растений и умение им удовлетворить, а затем уже – изыскание наиболее выгодных условий разрешения этой задачи при помощи средства, имеющихся под рукою».*

Ссылка со знаком «*» должна помещаться внизу той страницы, где размещается цитата.

Список источников литературы, которые были использованы при написании научной работы, формируется в алфавитном порядке. Сведения о книгах должны включать фамилию и инициалы автора, заглавие книги, место издания, издательство, год издания, количество страниц. Пример оформления:

Каюмов М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. – М.: ВО Агропромиздат, 1989. – 320 с.

Сведения о статье должны включать фамилию и инициалы автора или авторов, заглавие статьи, наименование издания (журнала, трудов и т.д.), год выпуска, том, номер журнала, страницы. Слово журнал не пишется. Вместо этого слова ставятся две косые линии. Примеры записи:

*Тимирязев К.А. Избр. Соч., т. 2, с. 45.

Касаева А.К. Как сформировать высокопродуктивные посеы // Зерновое хозяйство. – 1987. - №1. – С. 19-22

Усанова З.И. , Осербаев А.К. Биологические особенности и технологии возделывания картофеля и земляной груши/Учебное пособие.- Тверь,2004.- 75с.

Оформление списка литературы ведется также, как она записывается в библиографических каталогах. Всякие вольности не допускаются.

В список источников литературы не включают те источники, на которые нет ссылок в содержании работы. Если аспирант цитирует отдельного автора, работы которого он не читал, а взял из другого источника, то в тексте

необходимо указать ссылку на источник, по которому он цитирует автора.

Например:

Д.Н.Прянишников (цит. по Вавилову П.П., 5) отмечал: «возделывать корнеплоды и картофель на полях – это то же, что получать три колоса там, где раньше рос один». Данное высказывание имеется в избранных сочинениях Д. Н. Прянишникова, т. 2, с. 32. Аспирант сам сочинения не читал, а цитирует по учебнику «Растениеводство» под редакцией П.П.Вавилова, данный источник литературы помещен в списке под номером 5.

Следует с особой точностью, бережностью и корректно делать ссылки на источники литературы, с уважением относиться к авторам, на чьи источники делаются ссылки. Не переписывать обзор из отчетов научных руководителей, их статей и других непроверенных случайных источников, не искажать фамилии и инициалы авторов, ученых. Вместе с тем аспирант, анализируя источники литературы по теме работы, должен высказывать свое личное мнение, которое у него формируется при сравнении своих экспериментальных данных с данными источников литературы.

Научная работа должна оформляться аккуратно, содержать все необходимые разделы, являться самостоятельной серьезной работой аспиранта, иметь логическое завершение, на основании чего она будет рекомендована (или нет) к внедрению в производство.

До сдачи научной работы на кафедру аспирант должен получить (или не получить) одобрение, приложить рецензию или отзыв руководителя.

Рекомендуемая учебная, научная, методическая литература

1. Агроклиматические ресурсы Иркутской области. - Л.: Гидрометеодиздат, 1974. – 132 с. (То же для других областей, краев).
2. Агrometeorологический бюллетень по Иркутской области. – Иркутск (За каждую декаду года. То же по другим областям, краям).
3. Артюшин А.М., Державин Л.М. Краткий справочник по удобрениям (Изд. 2-е). – М.: Колос, 1984. – 208 с.
4. Булавина Т.М. Оптимизация приемов возделывания тритикале в Беларуси.- Мн.: ИВЦ Минфина, 2005.- 224с.
5. Вавилов П.П., Гриценко В.В., Кузнецов В.С. и др. Растениеводство/Учебник. – М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.
6. Посыпанов Г.С. Практикум по растениеводству.- М.:Мир, 2004.- 256с.
7. Володарский Н.И. Биологические основы возделывания кукурузы (Изд. 2-е). – М.: Агропромиздат, 1986. – 189 с.
8. Гордеев А.В., Бутковский В.А., Алтухов А.И. Российское зерно – стратегический товар XXI века/Учебник.-М.: ДеЛипринт, 2007.-472с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии/Авт. Орлов В.П., Исаев А.П., Лосев С.И. и др. – М.: Агропромиздат, 1986. – 206 с.
11. Зерновое поле Нечерноземья. – М.: Моск. Рабочий, 1986. – 192 с.
12. Зернобобовые культуры/ Д.Шпаар, Ф. Элмер, А. Постников и др.- Минск: ФУ Аинформ, 2000.
13. Зерновые культуры/ Д.Шпаар, Ф. Элмер, А. Постников и др.- Минск: ФУ Аинформ, 2000.

14. Интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур/Уч-к. Авт.: Коренев Г.В., Гатиулина Г.Г. и др. – М.: Агропромиздат, 1988. – 301 с.
15. Интенсивная технология возделывания кормовых культур: Теория и практика/Под ред. Новоселова Ю.К. – М.: Агропромиздат, 1990.
16. Картофель / Д. Шпаар, В. Иванюк, П. Шуманн, А. Постников и др.- Минск: ФУ Аинформ, 2000.
17. Каюмов М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур/Учебник. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.
18. Кирюшин Б.Д., Усманов Р.Р., Васильев И.П. Основы научных исследований в агрономии/ Учебник.- М.: КолосС, 2009.-398с.
19. Коломейченко В.В. Растениеводство/ Учебник.-М.: Агробизнес-центр, 2007.-600с.
20. Кореньков Д.А. Минеральные удобрения при интенсивных технологиях. – М.: Россельхозиздат, 1990. – 192 с.
21. Кукуруза/ Д. Шпаар, В. Шлапунов, А. Постников и др.- Минск: ФУ Аинформ, 1999.
22. Митрофанов А.С., Митрофанова К.С. Овес. – М.: Колос, 1972. – 208 с.
23. Неттевич Э.Д., Сергеев А.В., Лызлов Е.В. Зерновые фуражные культуры. - М.: Россельхозиздат, 1980. - 235 с.
24. Погода и урожай / Перевод с чешского. – М.: Агропромиздат, 1990. – 382 с.
25. Практикум по земледелию/ И.П. Васильев, А.М. Туликов, Г.И. Баздырев и др.- М.: КолосС, 2004.-424с.
26. Пруцков Ф.М. Озимая пшеница. – М.: Колос, 1976, - 352 с.
27. Рапс/ Д. Шпаар, Н. Маковский, В. Захаренко и др.- Минск: ФУ Аинформ, 1999

28. Растениеводство/ Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др. Под ред. Г.С. Посыпанова.- М.: КолосС, 2007.-612с.
29. Рожь / Авт. Тиунов А.Н., Глухих К.А. и др. – М.: Колос, 1972. – 352 с.
30. Саранин К.И., Беляков И.П. Озимая рожь в Нечерноземье. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 174 с.
31. Сахарная свекла/ Д. Шпаар, Д. Дрегер, А. Захаренко и др.- Минск: ФУ Аинформ, 2000
32. Технические культуры / Авт.: Губанов Я.В., Тихвинский С.Ф. и др. – М.: Агропромиздат, 1986. – 287 с.
33. Усанова З.И. Теория и практика создания высокопродуктивных посевов полевых культур. Тверь, 1999. – 330 с.
34. Усанова З.И., Осербаев А.К. Биологические особенности и технология возделывания картофеля и земляной груши /Учебное пособие. Под ред. З.И. Усановой.-Тверь: ООО «Издательство Триада», 2004.-76с.
35. Усанова З.И., Самотаева Н.В., Киселева Г.В. и др. Теория и практика создания высокопродуктивных посадок картофеля в Центральном Нечерноземье.- Тверь: Изд. Тверской ГСХА, 2013.-312с.
36. Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: справочник – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
37. «Практическое руководство по освоению интенсивных технологий возделывания ...» полевых культур (овса, ячменя, гороха, кукурузы, корнеплодов и др.), а также «Агрономическая тетрадь. Возделывание картофеля по интенсивной технологии» (зерновых культур, рапса и сурепицы и др.).
38. Периодические журналы: Земледелие, Зерновое хозяйство России, Кормопроизводство, Картофель и овощи, Агротехника, Селекция и семеноводство, Защита и карантин растений. Сахарная свекла, Известия ТСХА, Главный агроном, Достижения науки и техники АПК и др. и др.
39. Реферативные журналы.

40. Научные статьи в Сборниках научных трудов научно-исследовательских учреждений и вузов (зоны, региона, где выполняется курсовая работа), в том числе научные труды Иркутской ГСХА.

Контрольные вопросы к главе VI

1. Какой формат бумаги и какой шрифт, интервал рекомендован для компьютерного набора научной работы?
2. Как нумеруются и обозначаются главы, разделы, подразделы в научной работе?
3. Какой порядок нумерации таблиц и рисунков?
4. Как оформляются ссылки на источники литературы?
5. Как оформляются цитаты и ссылки на них?
6. Какими разделами начинается и заканчивается научная работа?
7. Как оформляется список используемой для написания работы научной и научно-методической литературы?

Таблица 19

Модель посева озимых или яровых зерновых культур
Культура _____ Сорт _____

№	Элементы продуктивности растения и посева	Показатели продуктивности
1	Планируемый урожай (ДВУ), ц/га (г/м ²)	
2	Число зерен в колосе или метелке, шт.	
3	Масса 1000 зерен при уборке, шт.	
4	Масса зерна с колоса, г	
5	Число продуктивных побегов при уборке, шт./ м ²	
6	Продуктивная кустистость	
7	Число растений при уборке, шт./ м ²	
8	Полевая всхожесть, %	
9	Сохранность, %	
10	Перезимовка, % (для озимых)	
11	Общая выживаемость, %	
12	Норма высева, млн./га	

Таблица 20

Модель посева (агроценоза) картофеля

№	Элементы продуктивности растения и посева	Показатели продуктивности
1	Планируемый урожай, ц/га	
2	Количество побегов на 1 растение (из одного клубня), шт.	
3	Число клубней на 1 побеге, шт.	
4	Средняя масса 1 клубня, г	
5	Масса клубней с 1 куста, г	
6	Густота стояния при уборке, тыс./га	
7	Общая выживаемость семян и растений, %	
8	Норма посадки, тыс. клубней/га	

Модель посева кормовой свеклы

№	Элементы продуктивности растения и посева	Показатели продуктивности
1	Планируемый урожай корнеплодов, ц/га	
2	Масса 1 корнеплода при уборке, г	
3	Густота стояния при уборке: шт. на 1 пог. м	
	тыс.шт. на 1 га	
4	Полевая всхожесть, %	
5	Сохранность от всходов до уборки, % (имеется в виду посев сахарной или кормовой свеклы на конечную густоту)	
6	Общая выживаемость, %	
7	Густота всходов: шт. на 1 пог. м	
	тыс.шт. на 1 га	
8	Лабораторная всхожесть семян, %	
9	Норма высева семян: шт. клубочков на 1 пог. м	
	тыс. шт. на 1 га	

Таблица 22

Модель посева гороха
Сорт _____

№	Элементы продуктивности растения и посева	Показатели продуктивности
1	Планируемый урожай зерна (ДВУ), ц/га	
2	Количество спелых бобов на растении, шт.	
3	Число зерен в бобе, шт.	
4	Масса 1000 зерен, г	
5	Масса зерна с одного растения, г	
7	Число растений при уборке, шт./ м ²	
8	Полевая всхожесть, %	
9	Сохранность от всходов до уборки, %	
10	Общая выживаемость, %	
12	Норма высева гороха: шт. всхожих семян на 1 м ²	
	млн. всхожих семян на 1 га	

Таблица 23

Модель посева клевера лугового на семена
Сорт _____

№	Элементы продуктивности растения и посева	Показатели продуктивности
1	Планируемый урожай семян (У дву), ц/га	
2	Количество семян в головке, шт.	
3	Число спелых головок на стебле, шт.	
4	Число стеблей на растении, шт.	
5	Масса 1000 семян, г	
6	Масса семян с одного растения, г	
7	Число растений при уборке, шт./ м ²	
8	Полевая всхожесть, %	
9	Сохранность, растений в 1 год жизни, %	
10	Перезимовка, %	
11	Сохранность во 2 году жизни, %	
11	Общая выживаемость, % (ПВхСохр 1гхПерхСохр 2г)х10 ⁶	
12	Норма высева: шт. всхожих семян на 1 м ²	
	млн. всхожих семян на 1 га	

Таблица 24

Технологическая схема возделывания

_____ ПО _____ ТЕХНОЛОГИИ
(название культуры) (название технологии)

Планируемый урожай, ц/га _____ Севооборот № _____

Сорт _____ Предшественник _____

Гранулометрический состав почвы _____

№	Наименование работ	Состав агрегата, марки		Сроки выполнения: агротехнические, календарные	Агротехнические требования (глубина, нормы, дозы, виды удобрений и др.)
		трактора	с/х машин		
I. Система осенних агромероприятий					
II. Система предпосевных мероприятий и посев					

	III. Система мероприятий по уходу за посевами
	IV. Уборка урожая

**Теплотворная способность сельскохозяйственных культур, кДж/кг
(обобщенные данные)**

Культура	Органы растений			
	целое растение	основная продукция	побочная продукция	корневая система
Пшеница: мягкая озимая	18631	19050	18003	17166
мягкая яровая	18841	19259	18129	17250
твердая	19050	19427	18213	16915
Рожь озимая	18422	18841	18045	17082
Ячмень	18506	18966	18087	16789
Овес	18422	18757	18129	17208
Просо	19259	19078	18841	17668
Гречиха	19008	19343	18422	17501
Рис	18129	18506	17752	17040
Фасоль	19971	20641	19175	17668
Горох	19720	20515	18966	17585
Вика и смеси	19678	20097	18422	17501
Люцерна	21771	21771	21771	18547
Сорго	18003	18296	17752	16915
Кукуруза: на зерно	17166	17585	16747	16328
на зеленую массу	16328	16328	16328	16328
Хлопчатник	19510	19762	18882	18422
Лен-долгунец	19259	20013	18841	18213
Конопля	19217	19552	18800	17920
Свекла	17710	18171	17626	16747
Подсолнечник семя	18631	19343	18129	16580
Соя	20097	20515	19259	18547
Картофель	18003	18254	17752	15910
Бахчевые	14444	14863	13984	12980
Овощи	14151	14319	13481	12895
Кормовые корнеплоды	16119	16328	15491	15072
Мн.травы –сено	18841	18841	18841	18296
Тимофеевка луговая	18841	18841	18841	18422
Клевер луговой	19678	19678	19678	18841
Солома	15910	15910	15910	-
Однол. травы - сено	16328	16328	16328	15491
Лугопастбищные травы	16119	16119	16119	14654
Плоды, ягоды, виноград	18213	18422	17585	16538

Приложение 3

Кт полевых культур (усредненные данные)

Культура	Соотноше- ние основ- ной про- дукции к побочной	Сумма частей	Кт		
			На абсо- лютно сухую массу	На массу продукции стандартной влажности	Стан- дартная влаж- ность, %
Озимая рожь	1:2,0	3,0	0,333	0,387	14
Озимая пшеница	1:1,5	2,5	0,400	0,465	14
Яровая пшеница	1:1,2	2,2	0,455	0,530	14
Ячмень	1:1,1	21,1	0,476	0,553	14
Овес	1:1,3	2,3	0,435	0,506	14
Кукуруза: зерно	1:1,23	2,23	0,448	0,521	14
силос	-	-	-	5,0	80
Сахарная свекла	1:0,5	1,5	0,667	3,34	80
Кормовая свекла	1:0,4	1,4	0,714	4,76	85
Картофель	1:0,7	1,7	0,588	2,35	75
Лен-долгунец: семена	1:12	13	0,077	8,75	12
соломка	-	-	-	9,913	12
Клевер луговой: сено	-	-	-	1,19	16
зеленая масса	-	-	-	5,0	80
сенаж	-	-	-	2,27	56

Приложение 4

**Ориентировочные биологические коэффициенты водопотребления (Kw)
полевых культур (обобщенные данные)**

Расход воды в мм на 1 ц сухой фитомассы с гектара (мм/га/ц)

Культура	Характер увлажненности вегетационного периода		
	влажный	средний	засушливый
Озимая пшеница	350-450	450-500	500-525
Озимая рожь	400-425	425-450	450-550
Ячмень	375-425	435-500	470-530
Яровая пшеница	400-435	435-525	525-575
Овес	435-480	500-550	530-590
Кукуруза (зерно)	250-275	275-300	300-325
Картофель	150-175	175-200	200-225
Кормовая свекла	75-85	85-100	110-110
Кукуруза (силос)	80-90	90-95	95-105
Вико-овес (з/м)	100-110	110-120	120-130
Мн.травы (сено)	500-550	550-600	600-700
Лен (семена+ солома)	240-250	250-300	300-370

Приложение 5

Вынос NPK полевыми культурами на 1 ц основной продукции с учетом побочной в кг (обобщенные данные)

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Затраты NPK на 1 ц урожая, кг	Соотношение N: P ₂ O ₅ : K ₂ O в урожае
Пшеница озимая	3,25	1,15	2,00	6,40	1:0,35:0,62
Пшеница яровая	4,27	1,24	2,05	7,56	1:0,29:0,48
Рожь озимая	3,1	1,37	2,60	7,07	1:0,44:0,84
Ячмень	2,5	1,09	1,75	5,34	1:0,44:0,70
Овес	2,95	1,31	2,58	6,84	1:0,45:0,88
Кукуруза (зерно)	3,03	1,02	3,13	7,18	1:0,34:1,03
Просо	3,30	1,02	3,26	7,58	1:0,31:0,99
Гречиха	3,00	1,51	3,91	8,42	1:0,50:0,30
Сорго	3,68	1,12	1,54	6,34	1:0,30:0,42
Рис	2,80	1,30	3,40	7,50	1:0,46:1,21
Горох	6,60	1,52	2,00	10,12	1:0,23:0,30
Люпин	6,80	1,91	4,69	13,40	1:0,28:0,70
Соя	7,24	1,41	1,93	10,58	1:0,19:0,27
Вика: зерно	6,23	1,31	1,56	9,10	1:0,21:0,25
сено	2,27	0,62	1,00	3,89	1:0,16:0,26
Хлопчатник (волокно)	4,00	1,20	4,78	9,98	1:0,30:0,20
Лен-долгунец: семена	8,00	4,00	7,00	19,00	1:0,50:0,88
солома	1,22	0,72	1,72	3,66	1:0,20:0,47
Конопля (солома)	2,00	0,62	1,00	3,62	1:0,31:0,50
Подсолнечник (семена)	6,00	2,60	18,60	27,20	1:0,43:3,10
Свекла сахарная (корнеплоды)	0,59	0,18	0,75	1,52	1:0,30:1,27
Свекла кормовая (корнеплоды)	0,40	0,13	0,46	0,99	1:0,33:1,15
Картофель (клубни)	0,62	0,30	1,45	2,37	1:0,50:2,34
Капуста белокочанная	0,33	0,13	0,44	0,90	1:0,40:1,33
Морковь	0,23	0,15	0,67	1,05	1:0,65:2,91
Огурцы	0,30	0,15	0,45	0,90	1:0,50:1,50
Помидоры	0,35	0,15	0,50	1,00	1:0,43:1,43
Люцерна (сено)	2,60	0,65	1,50	4,75	1:0,25:0,58
Клевер луговой (сено)	1,97	0,56	1,50	4,03	1:0,29:0,80
Тимофеевка (сено)	1,55	0,70	2,04	4,29	1:0,45:1,32
Эспарцет (сено)	2,50	0,46	1,30	4,26	1:0,18:0,52
Кострец безостый (сено)	2,20	0,64	1,76	4,60	1:0,29:0,80
Кукуруза (зеленая масса)	0,45	0,10	0,37	0,92	1:0,22:0,82

Приложение 6

Коэффициенты использования NPK из почвы (Кп) (обобщенные данные)

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пшеница озимая	0,20-0,35	0,05-0,10	0,08-0,15
Пшеница яровая	0,20-0,30	0,05-0,08	0,06-0,12
Рожь озимая	0,20-0,35	0,05-0,12	0,07-0,14
Ячмень	0,15-0,35	0,05-0,09	0,06-0,10
Овес	0,20-0,35	0,05-0,11	0,08-0,14
Кукуруза (зерно)	0,25-0,40	0,06-0,18	0,08-0,28
Просо	0,15-0,35	0,05-0,09	0,06-0,09
Гречиха	0,15-0,35	0,05-0,09	0,06-0,09
Сорго	0,15-0,40	0,06-0,13	0,07-0,15
Рис	0,25-0,45	0,08-0,16	0,08-0,16
Горох	0,30-0,55	0,09-0,16	0,06-0,17
Люпин	0,30-0,65	0,08-0,16	0,07-0,36
Соя	0,30-0,45	0,09-0,14	0,06-0,12
Вика: зерно	0,25-0,40	0,06-0,10	0,05-0,11
сено	0,20-0,35	0,06-0,09	0,05-0,10
Хлопчатник	0,35-0,45	0,07-0,12	0,06-0,16
Лен-долгунец: семена	0,25-0,35	0,03-0,14	0,07-0,20
солома	0,22-0,32	0,03-0,12	0,06-0,18
Конопля	0,20-0,35	0,08-0,15	0,06-0,13
Подсолнечник	0,30-0,45	0,07-0,17	0,08-0,24
Свекла сахарная	0,25-0,50	0,06-0,15	0,07-0,40
Свекла кормовая	0,20-0,45	0,05-0,12	0,06-0,25
Картофель (клубни)	0,20-0,35	0,07-0,12	0,09-0,40
Капуста белокочанная	0,25-0,35	0,06-0,10	0,08-0,36
Морковь	0,20-0,30	0,06-0,11	0,06-0,12
Огурцы	0,20-0,40	0,07-0,13	0,07-0,18
Помидоры	0,20-0,35	0,08-0,15	0,07-0,19
Люцерна (сено)	0,35-0,70	0,07-0,20	0,08-0,25
Клевер луговой (сено)	0,30-0,65	0,05-0,18	0,06-0,16
Тимофеевка (сено)	0,15-0,25	0,03-0,10	0,08-0,12
Костер безостый (сено)	0,30-0,45	0,06-0,16	0,07-0,18
Кукуруза (зеленая масса)	0,20-0,40	0,06-0,18	0,08-0,28

Использование NPK туков полевыми культурами (Ку)
(обобщенные данные)

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пшеница озимая	0,55-0,85	0,15-0,45	0,55-0,95
Пшеница яровая	0,45-0,75	0,15-0,35	0,55-0,85
Рожь озимая	0,55-0,80	0,25-0,40	0,65-0,80
Ячмень	0,60-0,75	0,20-0,40	0,60-0,70
Овес	0,60-0,80	0,25-0,35	0,65-0,85
Кукуруза (зерно)	0,65-0,85	0,25-0,45	0,75-0,95
Просо	0,55-0,75	0,25-0,40	0,65-0,85
Гречиха	0,50-0,70	0,30-0,40	0,70-0,90
Сорго	0,50-0,80	0,25-0,35	0,65-0,85
Рис	0,60-0,85	0,25-0,30	0,75-0,90
Горох	0,50-0,80	0,30-0,45	0,70-0,80
Люпин	0,50-0,90	0,15-0,40	0,55-0,75
Соя	0,50-0,75	0,25-0,40	0,65-0,86
Вика: зерно	0,55-0,85	0,20-0,35	0,65-0,80
зеленая масса	0,50-0,75	0,20-0,30	0,60-0,75
Хлопчатник	0,50-0,65	0,25-0,30	0,70-0,85
Лен-долгунец: семена	0,55-0,70	0,15-0,35	0,65-0,85
солома	0,55-0,65	0,15-0,30	0,65-0,80
Конопля (солома)	0,55-0,65	0,15-0,30	0,65-0,80
Подсолнечник	0,55-0,75	0,25-0,35	0,65-0,95
Свекла сахарная	0,60-0,85	0,25-0,45	0,70-0,95
Свекла кормовая	0,65-0,90	0,30-0,45	0,80-0,95
Картофель	0,50-0,80	0,25-0,35	0,85-0,95
Капуста белокочанная	0,55-0,85	0,25-0,40	0,80-0,90
Морковь	0,50-0,75	0,25-0,30	0,75-0,85
Огурцы	0,50-0,80	0,25-0,40	0,80-0,85
Помидоры	0,55-0,85	0,25-0,45	0,85-0,95
Люцерна (сено)	0,80-0,95	0,30-0,45	0,80-0,95
Клевер луговой (сено)	0,75-0,90	0,30-0,40	0,75-0,90
Тимофеевка (сено)	0,80-0,90	0,25-0,35	0,75-0,85
Костер безостый (сено)	0,75-0,95	0,30-0,45	0,80-0,85
Кукуруза (зеленая масса)	0,60-0,85	0,25-0,40	0,75-0,95

ТЕРМИНЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

Агротехнический прием – механизированная или ручная операция, выполняемая при возделывании любой культуры: по внесению удобрений, подготовке почвы, подготовке семян к посеву, посеву, уходу за посевами, уборке урожая.

Агроценоз или посев – одновидовое или многовидовое сообщество растений, искусственно созданное человеком (агрономом).

Активная вегетация – период от всходов культуры до прекращения фотосинтетической деятельности растений

Биологически активная температура – низкий порог положительной температуры, при которой все физиологические процессы в растении протекают нормально.

Биологический азот – азот воздуха, включенный в биологический синтез симбиотическими или свободноживущими diaзотрофами.

Биологический урожай – количество продукции, сформированное (накопленное) культурой за вегетационный период на единице площади и полностью собранное при уборке.

Биологически (экологически) чистая продукция – продукция естественного химического состава, свойственная данному виду растения.

Валовый сбор – общее производство определенного вида продукции (зерна, картофеля, кормов и др.) в хозяйстве (района, области, республике, стране).

Вегетативный период – у однолетних культур: от всходов до начала бутонизации; у многолетних: от весеннего отрастания до бутонизации.

Вегетационный период – у однолетних культур: от посева до полного созревания, у многолетних: от весеннего отрастания до осеннего прекращения роста вегетативных органов и перехода в состояние покоя.

Вынос элементов питания с урожаем – отчуждение с поля (из почвы) элементов минерального питания 1т (или 1ц) основной продукции (зерно, клубни, корнеплоды и др.) и соответствующим количеством прочей органической массы (солома, ботва и др.)

Генеративный период – период от начала бутонизации до полной спелости семян.

Глубина посева и посадки (глубина заделки семян) – расстояние от поверхности почвы до верхней части высеянных или высаженных (клубни картофеля и др.) семян.

Густота стояния – число растений на 1м², на 1га.

Густота всходов – число всходов растения на 1м² или на 1 погонном метре рядка (для культур широкорядного посева).

Действительно возможный урожай (ДВУ) – это урожай, который теоретически может быть обеспечен генетическим потенциалом сорта или гибрида и основным лимитирующим фактором (вода, тепло, приход ФАР, плодородие почвы).

Доза – часть годовой нормы удобрений или препарата, используемая за один прием.

Долголетие посевов – продолжительность продуктивного использования культуры без пересева (клевера, люцерны, козлятника, многолетних мятликовых трав).

Дражирование – покрытие семян оболочкой, обеспечивающей их большую сыпучесть. В смесь для дражирования могут быть включены микро и макроэлементы, а также пестициды против болезней и вредителей.

Зимостойкость – способность культуры, сорта или гибрида переносить неблагоприятные условия зимнего и ранневесеннего периодов, вызывающие вымерзание, выпревание, вымокание растений.

Изреживаемость посевов – процент растений, погибших за вегетацию или отдельный ее период.

Инкрустация семян – комплексный прием предпосевной обработки семян с применением прилипателей (NaКМЦ, ПВС и др.) для задержания на их поверхности протравителя, микроэлементов или других препаратов с целью защиты от неблагоприятного воздействия патогенов и факторов внешней среды.

Инокуляция семян – предпосевная обработка семян бобовых культур препаратом клубеньковых бактерий.

Калибровка семян – разделение партии семян на фракции по размеру и форме.

Коэффициент водопотребления биологический ($K_{\text{биол.}}$) – количество влаги, затрачиваемые на формирование единицы сухой фитомассы. Размерность – мм х га/ц.

Коэффициент водопотребления товарный ($K_{\text{в тов.}}$) – количество влаги, затрачиваемое на формирование единицы товарной продукции (зерно, клубни, корнеплоды и др.), мм х га/ц.

КПД ФАР – коэффициент использования посевом фотосинтетически активной радиации, поступающей к его поверхности. Измеряется в процентах.

$K_{\text{хоз.}}$ – коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза, измеряемый как отношение урожая абсолютно сухой массы основной продукции (зерно, клубни, корнеплоды и др.) к урожаю абсолютно сухой массы целого растения (зерно+солома, клубни+ботва и др.).

Лабораторная всхожесть – процент семян, давших нормальные проростки за период времени, отведенный для каждой культуры ГОСТом

Максимальная площадь листьев ($L_{\text{макс.}}$) – площадь листьев одного растения или посева (агротеноза), достигшая наибольших размеров в течение вегетации. Измеряется в см²/раст. или в тыс. м²/га.

Общая кустистость – число всех побегов на одном растении. Понятие кустистость применяется к растениям зерновых и других культур семейства Мятликовые.

Общая выживаемость – процент сохранившихся растений к уборке по отношению к числу высеванных (высаженных) всхожих семян (к норме посева).

Онтогенез – у однолетних культур: развитие растений от семени до семени; у многолетних – от прорастания семян до отмирания растений.

Органогенез – последовательное образование и развитие отдельных органов растения в онтогенезе.

Площадь листьев посева – площадь листьев одного растения, умноженная на густоту стояния во время определения, измеряется в тыс.м²/га.

Полевая всхожесть (ПВ) – процент всходов в поле по отношению к числу высеянных всхожих семян (к норме посева).

Посев (агроценоз) – это сложная динамическая саморегулирующаяся фотосинтезирующая система.

Посев семян – размещение семян по полю с заделкой в ложе прорастания.

Посадка – размещение семян (клубней, отрезков корневищ, рассады корнеплодов и др.) с заделкой на определенную глубину.

Посевная годность семян – процент чистых всхожих семян в партии.

Потенциальная урожайность (ПУ) – наибольшая урожайность сорта, обусловленная генотипом, которая реализуется при удовлетворении всех требований биологии сорта и может быть получена в идеальных метеорологических условиях.

Программирование урожая – это разработка комплекса взаимосвязанных мер, своевременное и высококачественное осуществление которых обеспечит достижение заранее рассчитанного уровня урожая высокого качества.

Продуктивная кустистость – число генеративных побегов на одном растении.

Продуктивные побеги – генеративные побеги с выполненным к уборке соцветием (колоском, метелкой, султаном и др.)

Продуктивный стеблестой – число продуктивных побегов на единице площади, измеряется шт./м²., млн./га.

Развитие растений – качественные изменения структуры и функции отдельных органов растения в онтогенезе, переход его из одного этапа органогенеза в другой, из одной фазы развития в другую.

Расчетная доза – доза одного из элементов питания растений (N, P₂O₅, K₂O, CaO и др.), рассчитанная на запланированный урожай культуры. Определяется в кг действующего вещества на гектар и записывается как, например, N₆₀P₄₀K₉₀.

Ризоторфин – препарат, используемый для инокуляции семян бобовых культур, представляющий собой молотый стерилизованный торф с нанесенными на него клубеньковыми бактериями.

Рост растений – увеличение размеров и массы растений.

Симбиотическая система – взаимовыгодное сожительство бобового растения – хозяина и клубеньковых бактерий рода *Risobium*, макро- и микросимбионта, для фиксации азота воздуха, вовлечение его в биологический круговорот.

Смешанный посев – посев двух или нескольких культур на одном поле, семена которых перед высевом смешивают или проводят двукратный независимый посев (вдоль или поперек рядков).

Совместный (полосной) посев – посев двух или более видов растений на одном поле с чередующимися рядками или полосами. Семена перед высевом не смешиваются.

Сорт – это совокупность сходных по хозяйственно – биологическим свойствам и морфологическим признакам растений одной культуры, родственных по происхождению, отобранных и размноженных для возделывания в определенных природных и производственных условиях с целью повышения урожайности и качества продукции.

Сортосмена – замена на производственных посевах одного районированного (рекомендованного к возделыванию в конкретном регионе, области) сорта или гибрида другим более продуктивным районированным сортом или гибридом, или превосходящий заменяемый сорт по другим хозяйственно-ценным признакам и свойствам.

Сортообновление – замена семян, ухудшивших свои сортовые и биологические качества в процессе возделывания в производстве, семенами того же сорта, но повышенных репродукций.

Сохранность растений (Сохран.) – процент сохранившихся к уборке растений по отношению к числу всходов.

Специфичность штамма ризобий– приспособленность вида клубеньковых бактерий к группе видов или определенному виду бобового растения.

Структура урожая – показатели компонентов растения и посева, от которых зависит величина урожая.

Сумма активных температур – сумма среднесуточных активных температур за межфазный период или за вегетацию растений данного сорта.

Технология возделывания – комплекс агротехнических приемов, выполняемых в определенной последовательности с помощью современных сельскохозяйственных машин, направленных на удовлетворение требований биологии культуры и получение высокого урожая и качества продукции.

Урожай – продукция полученная в результате выращивания сельскохозяйственных культур.

Урожайность – урожай сельскохозяйственных культур с единицы площади. Это свойство сорта или гибрида, определяемого его генотипом. В одних и тех же условиях урожайность одного сорта бывает выше или ниже, чем другого.

Фаза развития растений – условно выбранный период онтогенеза, в который происходят наиболее важные физиологические и морфологические изменения в растении.

ФАР – фотосинтетически активная радиация. Это видимая часть солнечного спектра с длиной волны от 380 до 720 нанометров (НМ) или 0,38-0,72 мкм (микрометров). Измеряется в МДж/м² или кДж/см².

Фенологические наблюдения –наблюдения за прохождением фаз развития растений разных полевых культур.

Фитоценоз (фито- растение, ценоз- сообщество) – растительное сообщество. Естественный фитоценоз – устойчивое многовидовое растительное сообщество.

Фитомасса – растительная масса: сырая фитомасса – масса растения в сыром состоянии, сухая фитомасса – в абсолютно сухом состоянии, измеряется в г/раст., в кг/га, ц/га, т/га.

Фотосинтетический потенциал посева (ФПП) – это интегрированный показатель роста площади листьев посева за каждый день или отдельный период развития в течение вегетации. Он вычисляется как сумма показателей площади листьев на гектар посева за каждый день вегетационного периода или отдельные его отрезки, измеряется в тыс.м² x сутки/га.

Энергосберегающая технология – технология, обеспечивающая наименьшие затраты энергии для выполнения технологических приемов без снижения урожая культуры и его качества.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) – это количество сухого органического вещества, накопленное 1м² площади листьев растения в течение одних суток, измеряется в г/м² x сутки (дни).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава I. Содержание научной работы	4
Глава II. Методика выполнения научной работы	7
2.1. Агробиологические особенности культуры	7
2.2. Результаты исследований по культуре	11
Глава III. Методика наблюдений и определений в опытах и производственных посевах	11
3.1. Фенологические наблюдения	11
3.2. Определение густоты всходов, перезимовки, сохранности общей выживаемости, нормы высева	12
3.3. Определение накопления сырой и сухой фитомассы культур	17
3.4. Определение показателей фотосинтетической деятельности растений в посевах	18
3.5. Определение структуры урожая разных культур	27
3.6. Методика учета урожайности разных культур	30
Глава IV. Анализ результатов исследований	36
Глава V. Разработка технологии возделывания	36
Глава VI. Программирование урожая	37
6.1. Расчет потенциальной урожайности	37
6.2. Расчет действительно возможной урожайности	38
6.3. Составление модели посева	39
6.4. Расчет доз удобрений на запланированный урожай	41
Глава VII. Обоснование и разработка технологических приемов	45
Глава VIII. Правила оформления научной работы	49
Рекомендуемая учебная, научная, методическая литература	56
Приложения	60

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

(Методические рекомендации)

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского

Бояркин Е.В., Сагирова Р.А., Бурлов С.П.