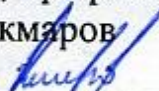


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
работе, профессор
П.Б. Акмяров

«28» 11 2017 г.

МЕТОДИКИ АГРОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Учебно-методическое пособие

Ижевск
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
2018

УДК 631.5/.9:001.89(078)

ББК 40я73

М 54

Рассмотрено и рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА 28 ноября 2017 г., протокол № 4

Составители:

А. М. Ленточкин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Т. Е. Иванова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
А. В. Дмитриев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
В. И. Макаров – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
А. С. Башков – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Л. А. Ленточкина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
О. П. Васильева – кандидат технических наук, доцент;
В. Г. Колесникова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Т. А. Бабайцева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Т. Н. Тугова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Е. В. Соколова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Т. Б. Киреева – кандидат биологических наук, доцент;
Э. Ф. Вафина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Н. В. Шмакова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
О. В. Коробейникова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Рецензенты:

В. М. Холзаков – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Е. В. Корепанова – доктор сельскохозяйственных наук, доцент

М 54 **Методики агрономических исследований** : учебно-методическое пособие /
сост. А. М. Ленточкин [и др.] ; отв. за выпуск А. М. Ленточкин. – Ижевск :
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – 172 с.

Учебно-методическое пособие подготовлено на основании существующей нормативно-технической документации и предназначено для использования при выполнении научно-исследовательской работы, а также при изучении дисциплин «Основы научных исследований в агрономии», «Методология научных исследований в агрономии», «Основы подготовки диссертации».

Рекомендуется для аспирантов, студентов магистратуры и бакалавриата, а также для профессорско-преподавательского состава при выполнении научных исследований в области агрономии.

УДК 631.5/.9:001.89(078)

ББК 40я73

© ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение..... | 6 |
| 1. Общие требования по методике проведения полевых исследований (<i>Иванова Т. Е.</i>)..... | 8 |
| 1.1 Основные понятия и требования к полевому опыту..... | 8 |
| 1.2 Наблюдения и учёты в полевом опыте..... | 14 |
| 1.3 Первичная научная документация..... | 15 |
| 1.4 Подготовка участка к закладке опыта..... | 16 |
| 1.5 Требования к полевым работам на опытном участке..... | 17 |
| 2. Отбор проб и исследования почв в полевых условиях (<i>Дмитриев А. В., Макаров В. И.</i>)..... | 22 |
| 2.1 Методика закладки почвенных разрезов..... | 22 |
| 2.2 Описание морфологических признаков почв..... | 24 |
| 2.3 Отбор почвенных проб для определения водно-физических свойств и агрохимических исследований..... | 38 |
| 2.4 Определение плотности почвы..... | 39 |
| 2.5 Определение капиллярной влагоёмкости почвы..... | 41 |
| 2.6 Определение полной влагоёмкости почвы..... | 42 |
| 3. Анализ почвенных проб в лабораторных условиях..... | 44 |
| 3.1 Подготовка лабораторных почвенных проб при проведении агрохимиче- ских анализов (<i>Макаров В. И., Башков А. С.</i>)..... | 44 |
| 3.2 Определение полевой и гигроскопической влажности почвы (<i>Макаров В. И., Башков А. С.</i>)..... | 44 |
| 3.3 Определение максимальной гигроскопической влагоёмкости почвы (<i>Макаров В. И., Башков А. С.</i>)..... | 46 |
| 3.4 Определение плотности почвы (<i>Макаров В. И., Башков А. С.</i>)..... | 48 |
| 3.5 Определение pH_{KCl} почвы и приготовление солевой вытяжки для определения содержания обменных катионов и анионов (<i>Макаров В. И., Башков А. С.</i>)..... | 49 |
| 3.6 Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО (<i>Макаров В. И., Башков А. С.</i>)..... | 50 |
| 3.7 Определение суммы поглощённых оснований по методу Каппена (<i>Макаров В. И., Башков А. С.</i>)..... | 51 |
| 3.8 Степень насыщенности почв основаниями (<i>Макаров В. И., Башков А. С.</i>)..... | 53 |
| 3.9 Определение содержания гумуса в почве по методу Тюрина в модификации Симакова (<i>Макаров В. И., Башков А. С.</i>)..... | 53 |
| 3.10 Определение содержания подвижного фосфора и калия в почве по методу Кирсанова (<i>Макаров В. И., Башков А. С.</i>)..... | 56 |
| 3.11 Определение содержания нитратов ионометрическим методом (<i>Макаров В. И., Башков А. С.</i>)..... | 58 |
| 3.12 Определение обменного аммония (<i>Макаров В. И., Башков А. С.</i>)..... | 60 |
| 3.13 Определение гранулометрического состава почвы (<i>Макаров В. И., Башков А. С.</i>)..... | 62 |
| 3.14 Определение гранулометрического состава почвы пипеточным методом (<i>Макаров В. И., Башков А. С.</i>)..... | 63 |
| 3.15 Учёт потенциальной засорённости почвы семенами сорняков методом малых проб (<i>Ленточкина Л. А.</i>)..... | 66 |
| 3.16 Определение структуры почвы методом сухого просеивания Н. И. Саввинова (<i>Ленточкина Л. А.</i>)..... | 68 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 3.17 | Определение водопрочности структуры почвы по методу П. И. Андрианова (<i>Ленточкина Л. А.</i>)..... | 70 |
| 4. | Подготовка семян к посеву (<i>Ленточкин А. М., Васильева О. П., Колесникова В. Г.</i>)..... | 72 |
| 4.1 | Расчёт нормы высева..... | 72 |
| 4.2 | Методы установки сеялки на норму высева..... | 73 |
| 4.2.1 | Установка сеялки на норму высева на установочной площадке..... | 73 |
| 4.2.2 | Установки сеялки на норму высева в поле методом контрольных навесок..... | 78 |
| 5. | Наблюдения и учёты в период вегетации (<i>Бабайцева Т. А., Тутова Т. Н.</i>)..... | 81 |
| 5.1 | Полевые культуры..... | 81 |
| 5.1.1 | Фенологические наблюдения..... | 81 |
| 5.1.2 | Расчёт продолжительности вегетационного периода..... | 85 |
| 5.1.3 | Вычисление средней многолетней даты наступления фазы..... | 86 |
| 5.2 | Фенологические наблюдения за овощными, плодовыми и ягодными растениями, учёты и наблюдения..... | 87 |
| 5.2.1 | Овощные растения..... | 87 |
| 5.2.2 | Семечковые культуры..... | 88 |
| 5.2.3 | Ягодные культуры..... | 91 |
| 5.2.3.1 | Земляника..... | 91 |
| 5.2.3.2 | Смородина и крыжовник..... | 91 |
| 5.2.3.3 | Малина..... | 93 |
| 5.3 | Учёт густоты стояния растений..... | 93 |
| 5.4 | Оценка зимостойкости..... | 94 |
| 5.4.1 | Полевые культуры..... | 94 |
| 5.4.2 | Плодовые и ягодные растения..... | 96 |
| 5.4.2.1 | Плодовые культуры..... | 96 |
| 5.4.2.2 | Косточковые культуры..... | 96 |
| 5.4.2.3 | Земляника..... | 97 |
| 5.4.2.4 | Смородина и крыжовник..... | 98 |
| 5.4.2.5 | Малина..... | 99 |
| 5.5 | Оценка устойчивости к полеганию..... | 100 |
| 5.6 | Учёт биометрических показателей овощных и плодово-ягодных культур (<i>Соколова Е. В.</i>)..... | 100 |
| 5.6.1 | Изучение роста плодовых и ягодных культур..... | 101 |
| 5.6.2 | Изучение роста овощных культур..... | 102 |
| 5.7 | Фотосинтетическая деятельность растений (<i>Киреева Т. Б., Вафина Э. Ф.</i>)..... | 103 |
| 5.7.1 | Определение площади листьев..... | 103 |
| 5.7.2 | Определение листового индекса..... | 106 |
| 5.7.3 | Определение фотосинтетического потенциала..... | 107 |
| 5.7.4 | Определение чистой продуктивности фотосинтеза..... | 107 |
| 5.7.5 | Определение дневной продуктивности (ассимиляции CO ₂) растений по количеству накопленного сухого вещества (метод половинок Сакса)..... | 110 |
| 5.8 | Определение засорённости посевов количественно-весовым методом (<i>Ленточкина Л. А.</i>)..... | 113 |
| 6. | Фитопатологическая оценка зерновых и зернобобовых культур (<i>Шмакова Н. В., Коробейникова О. В.</i>)..... | 116 |
| 6.1 | Болезни зерновых культур..... | 116 |
| 6.1.1 | Инфекционное выпревание озимых (снежная плесень, тифулёз, склеротиниоз)..... | 116 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 6.1.2 | Корневая гниль..... | 119 |
| 6.1.3 | Ржавчинные заболевания..... | 118 |
| 6.1.4 | Мучнистая роса..... | 119 |
| 6.1.5 | Пятнистости листьев (септориоз, гельминтоспориозы, ринхоспориоз)..... | 119 |
| 6.1.6 | Головня..... | 120 |
| 6.1.7 | Фузариоз колоса..... | 120 |
| 6.2 | Листостебельные болезни зернобобовых культур (аскохитоз, ржавчина, мучнистая роса, пероноспороз)..... | 121 |
| 7. | Энтомологическая оценка зерновых и зернобобовых культур (Шмакова Н. В., Коробейникова О. В.)..... | 122 |
| 7.1 | Вредители зерновых культур..... | 122 |
| 7.1.1 | Внутристебельные вредители..... | 122 |
| 7.1.2 | Злаковые тли..... | 123 |
| 7.1.3 | Пьявица..... | 123 |
| 7.1.4 | Стеблевые хлебные пилильщики..... | 123 |
| 7.1.5 | Пшеничный трипс..... | 124 |
| 7.1.6 | Озимая совка..... | 124 |
| 7.1.7 | Полосатая хлебная блошка..... | 124 |
| 7.1.8 | Хлебные клопы..... | 124 |
| 7.2 | Вредители зернобобовых культур..... | 125 |
| 7.2.1 | Клубеньковые долгоносики..... | 125 |
| 7.2.2 | Гороховая зерновка..... | 125 |
| 7.2.3 | Гороховая плодоярка..... | 125 |
| 7.2.4 | Гороховая тля..... | 125 |
| 8 | Уборка и учёт урожайности зерновых и зернобобовых культур..... | 127 |
| 8.1 | Уборка урожая (Ленточкин А. М.)..... | 127 |
| 8.2 | Определение содержания примесей в зерне (Ленточкин А. М.)..... | 133 |
| 8.2.1 | Метод определения влажности..... | 136 |
| 8.2.1.1 | Измерение влажности с предварительным подсушиванием..... | 136 |
| 8.2.1.2 | Измерение влажности без предварительного подсушивания..... | 138 |
| 8.2.1.3 | Обработка и выражение результатов измерений..... | 138 |
| 8.2.2 | Определение содержания сорной и зерновой примесей..... | 139 |
| 8.2.2.1 | Определение содержания крупной сорной примеси..... | 139 |
| 8.2.2.2 | Определение содержания явно выраженных сорной и зерновой примесей..... | 140 |
| 8.2.2.3 | Определение общего содержания сорной и зерновой примесей..... | 142 |
| 8.3 | Анализ качества семян (Бабайцева Т. А.)..... | 143 |
| 8.3.1 | Определение чистоты и отхода семян..... | 143 |
| 8.3.2 | Определение влажности семян..... | 148 |
| 8.3.3 | Определение лабораторной всхожести и энергии прорастания..... | 150 |
| 8.3.4 | Определение массы 1000 семян..... | 154 |
| 8.4 | Пересчёт урожайности на нормируемые показатели (Ленточкин А. М.)..... | 155 |
| 8.5 | Определение биологической урожайности и её структуры (Ленточкин А. М.)..... | 155 |
| 8.5.1 | Структура урожайности..... | 155 |
| 8.5.2 | Определение биологической урожайности зерна..... | 163 |
| | Приложения..... | 163 |

ВВЕДЕНИЕ

Научно-исследовательская работа является одним из основных типов профессиональной деятельности выпускников, к которой готовятся студенты в процессе освоения программы бакалавриата по направлениям бакалавриата 35.03.04 Агротехнология, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, направления магистратуры 35.04.04 Агротехнология, и аспиранты при освоении программы подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации по направлению 35.06.01 Сельское хозяйство. Формирование компетенций, сформулированных в соответствующих образовательных и профессиональных стандартах, происходит при освоении образовательных программ во время теоретического обучения и практической подготовки, в том числе научно-исследовательской работы.

Научно-исследовательская работа, в зависимости от объекта и предмета исследований, поставленной цели и сформулированных задач, предполагает определённую методологию проведения исследований, использование соответствующих общенаучных, теоретических и эмпирических методов, применение определённого набора общепринятых и специфических методик полевых и лабораторных исследований, учётов и наблюдений. В процессе освоения образовательных программ студент должен сформировать соответствующие компетенции в этой сфере профессиональной деятельности, а выпускник должен соответствовать требованиям профессионального стандарта «Агроном» и быть способным к трудовым действиям и иметь необходимые умения при осуществлении научно-исследовательского типа профессиональной деятельности.

Выпускники, успешно завершившие обучение по программе бакалавриата 35.03.04 Агротехнология, могут осуществлять профессиональную деятельность в сфере научных исследований для разработки инновационных агротехнологий, воспроизводства плодородия почв, создания высокопродуктивных сортов и гибридов. Выпускник должен обладать такой общепрофессиональной компетенцией, как способность к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.

Выпускники, успешно завершившие обучение по программе бакалавриата 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, могут осуществлять профессиональную деятельность в сфере почвенных, агрохимических, агроэкологических научных исследований, в сфере научных исследований для разработки экологически безопасных технологий производства продукции растениеводства и воспроизводства плодородия почв, агроэкологических моделей, в сфере научных исследований в рамках почвенно-экологического нормирования. Выпускник должен обладать такой общепрофессиональной компетенцией, как способность к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.

Выпускники, успешно завершившие обучение по программе магистратуры 35.04.04 Агронимия, могут осуществлять профессиональную деятельность в сфере научных исследований. Выпускник должен обладать такой общепрофессиональной компетенцией, как способность проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчётные документы.

Выпускники, успешно освоившие программу аспирантуры по направлению 35.06.01 Сельское хозяйство, могут осуществлять профессиональную научно-исследовательскую деятельность в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции. Выпускник должен обладать такой общепрофессиональной компетенцией, как владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции.

Выпускник группы агрономических направлений и специальностей при организации производства продукции растениеводства и проведении мероприятий по выращиванию и первичной обработке продукции растениеводства должен соответствовать требованиям профессионального стандарта «Агроном», в том числе: быть готовым к выполнению трудовых действий ведения опытной работы по применению новых технологий, новейших сортов сельскохозяйственных культур; определения качества продукции растениеводства; иметь необходимые умения по отбору проб и проведению анализа почвенных образцов; определять биологическую и фактическую урожайность; обрабатывать результаты анализов и систематизировать материалы агрохимического обследования; применять статистические методы анализа.

1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО МЕТОДИКЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Основные понятия и требования к полевому опыту

Научно-исследовательскую работу начинают с ознакомления с научной и патентной литературой по теме и производственным опытом, на основании чего определяют цели, задачи и методику исследований и составляют программу исследований.

Элементы методики полевого опыта включают: составление схемы опыта, определение числа вариантов, число контролей и их частота, размеры опытных делянок, ширина защитных полос, форма опытных делянок и их ориентация на местности, повторность и повторение в опытах, размещение вариантов, учёты и наблюдения, математическая обработка полученных данных, перечень и порядок ведения первичной научной документации.

Схема опыта, которая представляет собой перечень входящих в него изучаемых и контрольных вариантов. Схему опыта следует построить так, чтобы в ней обязательно был элемент сравнения, который позволит в результате исследований установить эффективность каждого варианта. В связи с этим одним из вариантов схемы опыта должен быть *контроль (стандарт)*, с которым сравнивают остальные варианты или часть их. За контроль обычно принимают вариант, применяемый в данном хозяйстве или рекомендованный научными учреждениями. В схеме опыта может быть не один, а два контроля и больше. Например, при изучении доз органических удобрений в качестве контроля берут ту дозу, которую применяли в хозяйстве раньше, до постановки данного опыта, – это так называемый производственный контроль. Второй контрольный вариант – без органических удобрений, его чаще всего используют для научных целей.

При изучении доз гербицидов может быть три контроля: доза гербицида, применявшаяся в хозяйстве до постановки данного опыта; без гербицида, но с механической борьбой с сорняками; без гербицида и механической борьбы с сорняками.

В опытах по сортоиспытанию в качестве контрольного сорта (стандарта) берут не только районированные, но и перспективные сорта.

Если в опыте много вариантов, то на каждые 8-10 вариантов выделяют контрольные делянки (стандарты). На частоту контрольных делянок влияет и пестрота плодородия почвы опытного участка – чем она больше, тем больше должна быть частота контролей.

Число вариантов в схеме опыта. Варианты опыта могут быть количественными (дозы удобрений, нормы орошения, площади питания растений, глубина вспашки и т. п.) и качественными (сорта культур, типы почв, формы удобрений и др.). Подбирая варианты в схему опыта, исследователь

должен обеспечить их оптимальное число для конкретной темы и условий опыта. В опытах с количественными вариантами их должно быть столько, чтобы по результатам полученных в этих вариантах урожаев можно было построить график, форма которого была бы близкой к параболе. Это значит, что среди количественных вариантов опыта должны быть градации изучаемого фактора, обеспечивающие отклонения урожаев от оптимального уровня в обе стороны. Для построения параболы (кривой отклика) необходимо иметь как минимум 5 точек. Таким образом, в однофакторном опыте минимальное число вариантов равно 5.

В опытах с качественными вариантами, например с сортами, число вариантов определяется наличием районированных и перспективных сортов и гибридов, т. е. их может быть несколько десятков.

Схема многофакторного опыта обычно включает все возможные сочетания изучаемых факторов. Следует иметь в виду, что увеличение числа вариантов в опытах с крупными делянками ведёт к большему снижению точности опыта, чем при делянках меньшего размера, поскольку при этом возрастают трудности выполнения запланированных наблюдений, учётов, ухода за посевами, которые необходимо проводить в самые сжатые сроки. Кроме того, с увеличением числа вариантов и размера делянок, а следовательно, и размера участка, находящегося под опытом, возрастают пестрота почвенного плодородия и расстояние между сравниваемыми вариантами, их труднее расположить в пределах однородной по почвенному плодородию площади. В связи с этим не следует стремиться к увеличению площади опытных делянок без достаточного на то основания.

Размер опытных делянок. Опытная делянка состоит из учётной и защитной частей. Размер опытных делянок обычно указывают по их учётной части, т. е. без защитных полос. Площадь делянок зависит от вида опыта: в микроопытах – менее 1 м², в мелкоделяночных – 1-10, в лабораторно-полевых – 11-50, в полевых – 51-200 м². В производственных условиях площади делянок могут составлять от 2000 м² до 1-2 га.

На размер делянок также влияет тема исследований. В полевых опытах, где изучают площади питания, сроки посева, глубину заделки семян, используют делянки размером 50-100 м², а при изучении вопросов обработки почвы (с полной механизацией всех процессов) размер делянки увеличивают до 200-400 м².

Изучаемая в опыте культура также влияет на выбор размера делянок. Чем больше растений произрастает на единице площади, тем меньше размер опытной делянки, и наоборот. Например, для зерновых колосовых культур, крупяных, зернобобовых, многолетних и однолетних трав, льна используют делянки площадью 20-30 м². Полевые опыты с картофелем, кукурузой, кормовой свёклой, и другими пропашными культурами ставят на делянке площадью 75-150 м².

Размер опытных делянок тесно связан с числом повторностей: чем больше повторность в опыте, тем меньше размер опытных делянок, при уменьшении повторности площадь делянок увеличивают. Если при 3- или 4-кратной повторности полевого опыта со злаковыми колосовыми культурами размер опытных делянок составляет 50-75 м², то при 5-6-кратной повторности его уменьшают до 20-30 м².

Число изучаемых в опыте вариантов также влияет на размер опытных делянок. При большом числе вариантов увеличивается общая площадь опыта, а с ней и варьирование плодородия почвы, что снижает точность опыта. В таком случае целесообразно уменьшить размер делянок, но увеличить повторность, что приведёт к уменьшению общей площади под опытом, уменьшению территориального варьирования плодородия почвы и повышению точности.

Ширина защитных полос. В полевом опыте выделяют боковые (продольные) и концевые (поперечные) защитные полосы. Боковые полосы предназначены для того, чтобы исключить влияние изучаемых приёмов, факторов и растений соседних вариантов, которое тем значительнее, чем контрастнее изучаемые приёмы и факторы и чем больше различаются растения по своему габитусу. Концевые защиты служат для предохранения учётной части делянки от случайных повреждений. Кроме этого, по обоим поперечным краям делянок или всего опыта выделяют полосы шириной не менее 5 м для разворота машин и орудий.

Ширина боковых защитных полос при узких междурядьях и сплошном посеве принимается обычно 0,5-1,5 м, а при широких междурядьях (60 см и более) – равной одному ряду. Но в опытах с орошением, удобрениями и обработкой почвы ширину боковой защитной полосы увеличивают до 2-3 м и более. Ширина концевых защитных полос – 2-5 м. При выращивании рассадных овощных и бахчевых культур ширина концевой защитной полосы должна быть кратной расстоянию между растениями в рядке.

Определённое влияние на точность опыта и условия его проведения оказывает *форма опытных делянок*, т. е. отношение их длины к ширине. Ширина посевной и учётной делянок должна быть кратной ширине междурядья, с которым размещают опытную культуру, и желательно кратной ширине захвата сеялки или рассадопосадочной машины, если опыты закладывают с использованием механизации. Делянки, как правило, должны иметь удлинённую форму. Чем длиннее делянки, тем полнее они охватывают пестроту участка и обеспечивают лучшую сравнимость вариантов опыта. Этот эффект наблюдается в пределах соотношения длины и ширины делянки до 15:1.

Оптимальное соотношение длины и ширины делянки зависит и от размера самой делянки: для делянок площадью 20-200 м² лучшим соотношением является 5-10, а для делянок большего размера – 10-20.

Ориентацию делянок длинной стороной проводят с учётом направления, в котором изменяются плодородие почвы и урожайность опытной культуры.

Повторность и повторение. Точность полевого эксперимента и надёжность полученных в нем данных в большой степени определяются повторностью опыта. Применение повторностей в опыте позволяет учесть ошибки, связанные с неоднородностью плодородия почвы опытного участка, индивидуальными различиями растений, случайными повреждениями и ошибками технического порядка.

Различают *повторность опыта на территории*, под которой понимают обычно число одноименных делянок каждого варианта, и *повторность опыта во времени* – число лет проводимых испытаний. Повторность на территории позволяет полнее охватить каждым вариантом опыта пестроту земельного участка, а повторность во времени даёт возможность установить действие и взаимодействие изучаемых факторов при различных метеорологических условиях.

При увеличении повторности, особенно до 4-6-кратной, снижается ошибка опыта. Дальнейшее её возрастание менее эффективно. В полевом опыте повторность на территории должна быть, как правило, не ниже 4-кратной, а при малых делянках на недостаточно выравненном участке – 6-8-кратная. Многофакторные многовариантные опыты можно закладывать в 2-3-кратной повторности методом группировки вариантов в блоки, используя метод смешивания. Повторность полевого опыта во времени должна быть не менее 3 лет.

Полевые опыты обычно располагают на площади участка методом организованных повторений. В отличие от повторностей опыта *организованное повторение* представляет собой часть площади опытного участка, включающую полный набор вариантов опыта, объединённых территориально в компактную группу. Иногда, но очень редко применяют также метод *неорганизованных повторений*, или *полной рендомизации*, когда варианты опыта территориально не объединяют в компактные группы – *повторения*, а размещают на земельном участке полностью случайно. Такие опыты можно проводить, когда нет необходимости ставить под контроль варьирование условий эксперимента (например, на хорошо выровненных земельных участках).

Применяют два способа размещения организованных повторений: **сплошное**, когда все повторения объединены территориально, и **разбросное**, когда повторения расположены в разных частях поля или на разных полях и опытный участок не имеет общей границы. Последний случай используется как вынужденная мера при отсутствии земельного участка, достаточного для размещения на нем всего опыта. Число опытных участков – повторений равно числу повторностей опыта.

Выделяют три основные группы методов размещения вариантов: систематические, случайные – рендомизированные и стандартные.

Систематическое размещение вариантов – это такое расположение опыта, когда порядок следования вариантов в каждом повторении подчиняется определённой системе. Наиболее простым является последовательное расположение в один ярус. Варианты на делянках всех повторений располагаются одинаково, в той последовательности, которая заранее установлена исследователем.

При шахматном размещении порядок следования вариантов в повторениях разных ярусов сдвигается. Чтобы определить число делянок, на которое необходимо сдвинуть размещение вариантов в последующих ярусах, количество вариантов опыта делят на число ярусов. Так, при шести вариантах и двухъярусном расположении повторений делянки во втором ярусе необходимо сдвинуть на 3 номера ($6 : 2 = 3$), а при трёхъярусном – на 2 номера в каждом ярусе.

В настоящее время наиболее распространёнными являются *рендомизированные (случайные) методы* размещения, которые соответствуют теоретической основе статистических методов оценки результатов исследований и обеспечивают высокую объективность и надёжность научной информации.

К рендомизированным методам размещения вариантов относятся: рендомизированные повторения, полная рендомизация, латинский квадрат и прямоугольник, метод расщепленных делянок и др.

Метод рендомизированных повторений заключается в том, что в каждом повторении варианты по делянкам распределяют по жребию или по таблице случайных чисел. Для жребия число номерков равно количеству вариантов. При расположении повторений в два и более ярусов во втором и последующих ярусах рендомизацию проводят с ограничением, не должно быть совпадений вариантов по ярусам.

Полная рендомизация – рендомизированное размещение всех вариантов опыта без предварительного выделения повторений. Метод используют в тех случаях, когда индивидуальное варьирование растений превышает варьирование плодородия почвы. Для жребия число номерков равно количеству делянок.

Метод латинского квадрата заключается в том, что делянки квадратной или прямоугольной формы на земельном участке размещают рядами и столбцами. Число повторностей должно быть равно числу вариантов, число вариантов – от 4 до 8. При меньшем числе вариантов значительно снижается точность опыта из-за уменьшения числа степеней свободы. При числе вариантов более 8 нужно иметь такое же число повторностей, что намного увеличивает общее число делянок в опыте, делает опыт громоздким для учётов и наблюдений.

Число рядов и столбцов должно быть равно числу вариантов схемы опыта. В каждом ряду варианты размещают случайно. Одноименные варианты ни в рядах, ни в столбцах не допускаются. Любой ряд и столбец латинского квадрата представляет собой организованное повторение с полным набором всех вариантов. В результате такого размещения варианты схемы опыта равномерно, в двух взаимно перпендикулярных направлениях, охватывают пестроту почвенного плодородия земельного участка.

Метод латинского прямоугольника устраняет недостатки латинского квадрата и применяется для размещения полевых опытов с числом вариантов более 8 на участках с закономерным изменением почвенного плодородия в двух перпендикулярных или близких к этому направлениях.

Для размещения полевого опыта методом латинского прямоугольника число вариантов должно быть кратным числу повторностей.

Размещение полевого опыта методом латинского прямоугольника начинают с выделения на земельном участке латинского квадрата с числом рядов и столбцов, равным повторности. После этого каждый столбец латинского квадрата разделяют на равные части, число которых равно частному от деления числа вариантов на повторность.

Метод расщеплённых делянок состоит в том, что в повторениях сначала выделяют делянки первого порядка, на которых размещают градации того фактора, эффективность которого можно установить менее точным опытом, чем эффективность других факторов. Число делянок первого порядка в каждом повторении равно числу градаций размещаемого на них фактора.

Делянки первого порядка расщепляют на делянки второго порядка, на которых размещают градации второго фактора, а делянки второго порядка расщепляют на делянки третьего порядка и т. д. Делянки первого порядка называют главными делянками, а делянки последующих порядков – субделянками.

На субделянках получают информацию более точную, чем на главных делянках. Самую низкую ошибку имеют варианты (градации) того фактора, который размещают на делянках последнего порядка, имеющих наименьшую площадь в сравнении с делянками первых порядков.

По площади главные делянки являются самыми крупными. По мере их расщепления площадь делянок для последующих факторов уменьшается. На делянках каждого порядка градации соответствующих факторов размещают рендомизированно.

Метод расщеплённых делянок применяют в следующих случаях:

- при проведении многофакторных опытов, когда для оценки эффективности каждого фактора не требуется одинаково низкой ошибки опыта;
- в стационарных многолетних опытах, когда возникает необходимость введения нового фактора.

Стандартные методы характеризуются более частным, обычно через 1-2 опытных варианта, размещением контроля. Если стандарт размещается через одну делянку, то это *ямб-метод*, если через две – *дактиль-метод*. В ямб-методе и дактиль-методе опытные варианты размещают рендомизированно, опыт должен начинаться стандартом и им же заканчиваться. В стандартных методах каждый изучаемый вариант сравнивают со своим контролем. Метод эффективен при значительном варьировании плодородия почвы. Использование стандартного метода основано на том, что между урожаями вариантов и стандартов на соседних делянках должна быть прямая корреляционная зависимость. Однако, несмотря на кажущуюся возможность устранить влияние варьирования почвенного плодородия, стандартные методы имеют существенные недостатки.

Во-первых, не всегда наблюдается тесная корреляционная зависимость между урожаями рядом расположенных делянок.

Во-вторых, очень трудно сравнивать опытные варианты, далеко расположенные друг от друга, что бывает при большом числе изучаемых вариантов.

В-третьих, стандартные методы характеризуются большой громоздкостью и нерациональным использованием земельной площади – около 40-60 % всей площади опыта занято делянками контрольного варианта.

1.2. Наблюдения и учёты в полевом опыте

Наблюдения и учёты в опыте планируются при составлении программы опыта, должны вытекать из задач и темы. В опытах проводят количественные и качественные учёты и наблюдения за растениями, за факторами жизни и условиями внешней среды.

Требования к учётам и наблюдениям. *Целенаправленность* – в опыте планируют те наблюдения, которые помогут объяснить действие изучаемого фактора и выявить причины повышения урожая в одних вариантах и снижение в других, улучшения или ухудшения качества продукции.

Типичность – проведение наблюдений непосредственно на делянках или в лаборатории, с типичными растениями.

Точность – наблюдения и учёты должны обладать такой степенью точности, которая принята в опыте для доказательства существенности различий между вариантами.

В опытах различного направления проводят множество разнообразных наблюдений и учётов. При разработке программы научно-исследовательской работы предусматривают перечень необходимых наблюдений, анализов и учётов, сроки, число и методику их выполнения. Программу сопутствующих исследований разрабатывают для каждого опыта отдельно. Она должна вытекать из задач опыта и быть логически с ними связана, отражать особенности опыта и включать необходимые

наблюдения, которые могут помочь понять и обосновать эффективность изучаемого приёма, способа или явления. Однако некоторые наблюдения и исследования проводят в большинстве опытов. К ним относятся учёт метеорологические факторов, фенологические наблюдения и биометрические исследования, определение агрофизических, агрохимических показателей плодородия почвы и густоты стояния растений, учёт засорённости почвы и посевов, фитопатологические и энтомологические наблюдения, учёт урожая, анализ растениеводческой продукции.

1.3 Первичная научная документация

Всю научную документацию ведут с соблюдением определённых правил: своевременность записей, полнота сведений об опыте, однотипность записей в динамике вегетационного периода и по годам, достоверность и точность.

Документацию можно подразделить на основную и дополнительную. К основной относятся полевой журнал, рабочая программа и отчёт о научно-исследовательской работе; к дополнительной – лабораторный журнал, рабочая тетрадь, таблицы разных форм для всесторонних анализов, ленты самописцев и т. п.

В *полевой журнал* записывают место проведения опыта (область, район, хозяйство, севооборот, номер поля), схему опыта, представляют схематический план опыта с выделением повторений, указанием места каждого варианта; приводят чертёж опытной делянки с указанием ширины и длины учётной площади делянки, ширины продольных и поперечных защитных полос, площадей делянки и её учётной части. Здесь же описывают условия проведения опыта: почву, рельеф, предшественники, сроки внесения и дозы удобрений, нормы высева семян и их качество, сроки посева, состояние всходов. Описывают уход за посевами, методику всех учётов и наблюдений, фиксируют нарушения методики исследований и технологии выращивания. Указывают причины изреживания или уничтожения посевов вредителями, приводят результаты поражения растений болезнями и повреждения вредителями, данные фенологических наблюдений. Указывают также места и площадь выключек на опытных делянках, места выбракованных делянок, результаты урожайности и качества продукции, данные физических и химических анализов почвы и растений. Приводят результаты математической обработки методами вариационной статистики, данные экономической эффективности агроприёмов и сортов. Содержание журнала может видоизменяться в зависимости от цели опыта и исследуемой культуры.

Рабочую программу составляют на весь период исследований, т. е. на несколько лет. Кроме того, на каждый год работы составляют годовые планы научно-исследовательской работы. Один из разделов такого плана –

календарный план, где в хронологическом порядке указывают все работы и сроки их проведения на протяжении года. Рабочая программа включает: введение, обзор научной литературы, условия проведения опыта (место, почва, метеорологические условия, агротехника, сорта), методика исследований (схема опыта, чертёж делянки и всего опыта, методика учётов и наблюдений), календарный план всех работ в опыте, список использованной литературы.

Отчёт о научно-исследовательской работе. В тексте отчёта приводят только средние арифметические данные каждого варианта опыта, а в приложении – данные по повторностям с соответствующей статистической обработкой. Главный раздел отчёта – выводы и рекомендации производству. Для внедрения их в производство составляют специальные акты. После завершения темы научных исследований готовят итоговый отчёт за все годы работы. По результатам исследований пишут статьи, рефераты, диссертации.

Дополнительной документацией опытов являются лабораторные журналы с таблицами для отдельных учётов, наблюдений, анализов растений и окружающей их среды (определение физических и химических свойств почвы, качества продукции, её дегустационная оценка и т. п.).

1.4 Подготовка участка к закладке опыта

После изучения истории участка, его состояния (размера, конфигурации, выравнивания по рельефу и плодородию) составляют план размещения опыта с указанием размеров всего опыта, расположения повторений, делянок, вариантов и их номеров.

Перед выходом в поле готовят необходимое для перенесения схемы опыта в натуру оборудование: теодолит или эккер, стальную мерную ленту или рулетку, длинный шнур, несколько вешек длиной 1,5-2 м, четыре столбика (репера) для фиксирования границ опыта и полевые колышки длиной 25-30 см в количестве, примерно в 2,5 раза превышающем число делянок, для фиксирования их границ.

Сначала с помощью теодолита, или эккера (используют для построения прямых углов), и вешек отбивают общие контуры опыта, а затем отдельных повторений, предусмотрев учётные делянки и необходимые защиты. При отсутствии теодолита или эккера прямой угол можно проверить, используя мерную ленту и шнур. Построить прямоугольный треугольник с длиной катетов 2 и 3 м, длина гипотенузы должна составить 5 м. После этого с помощью мерной ленты и шнуров разбивают повторения на делянки в соответствии со схемой опыта. На границах делянок вбивают колышки (всегда с одной стороны ленты), обозначая на них номера делянок и повторений. Впоследствии (после закладки опыта) на одном из концов каждой делянки расставляют этикетки с указанием номеров повторения

и варианта опыта, а в первом повторении – название каждого варианта.

Иногда, если задачи опыта не связаны со сроками, нормами высева или схемами посева, разбивку участка проводят после посева или даже после всходов или посадки рассады.

По окончании разбивки участка с помощью постоянных столбиков (реперов) фиксируют основные границы опыта, от которых в любое время можно отметить границы повторений и делянок. Обычно фиксируют четыре угловые точки опытного участка, устанавливая реперы за границей участка в створе с его боковыми линиями. Расстояние от реперов до границы опыта точно измеряют и записывают. По этим записям всегда можно восстановить границы опытного участка. Чтобы реперы не мешали проходу машин и орудий, иногда делают подземную разметку участка, устанавливая реперы на 8-10 см ниже поверхности почвы, насыпая над ними битый кирпич, щебёнку или песок.

1.5 Требования к полевым работам на опытном участке

Важнейшее правило исследований – одновременность выполнения агротехнических работ, не подлежащих изучению на всех или в крайних случаях на нескольких целых повторениях полевого опыта. Даже незначительный разрыв в сроках обработки, если за это время, например, прошёл дождь, разрыв в сроках внесения удобрений или посева всего на 6-8 ч ведёт иногда к существенным различиям в росте и развитии растений. К сожалению, именно это важнейшее требование методики, вытекающее из принципа единственного различия, часто упускают из виду при планировании опыта на крупных делянках с большим числом изучаемых вариантов. Неоднократное нарушение этого требования в течение вегетации часто ведёт к полной утрате достоверности опытов по существу. Таким образом, единовременность, равнокачественность и краткосрочность всех работ на опыте – первое и важнейшее требование к выполнению агротехнических работ.

Другое общее требование – высококачественность всех выполняемых работ. Агротехнический фон на опытном участке должен быть оптимальным для проявления эффекта от изучаемого приёма или сорта и, как правило, более высоким, чем в производственных условиях. Нельзя, например, при исследовании действия азотных удобрений в качестве общего фона вносить органические удобрения, богатые азотом, если их не изучают в опыте. При разработке агротехнического фона опыта главное внимание, безусловно, необходимо обращать на создание оптимальных условий для сравнения изучаемых приёмов или сортов и на максимальное использование механизации.

Внесение удобрений. Органические и минеральные удобрения вносят или для изучения их действия, или в качестве общего агротехнического фо-

на. Во всех случаях этому приёму необходимо уделить особое внимание в связи с тем, что допущенная ошибка не может быть исправлена, а большей частью и обнаружена. Основное требование к любому способу применения удобрений в опыте – равномерное их распределение по площади делянок.

Органические удобрения (навоз, торф, компосты) обычно вносят по общей массе на единицу площади (в тоннах на гектар) и обязательно поделочно, даже тогда, когда их применяют в качестве общего фона. Эти удобрения должны быть по возможности однородными по своему составу, происхождению, степени разложения и влажности. Перед распределением по делянкам удобрения необходимо хорошо перемешать.

Для больших делянок допускается взвешивание навоза на взовых весах и вывозка непосредственно на делянки, которые должны быть резко отграничены друг от друга вешками, шнурами или бороздкой и разбиты на небольшие квадраты (карты), обычно размером 16(4 × 4), 25(5 × 5) или 36(6 × 6) м². Отвешенную для каждой делянки дозу удобрений раскладывают равными частями на углах квадратов, отмеченных прикопками или колышками, а затем вилами и граблями равномерно распределяют по поверхности всей делянки и запахивают. Недопустимо оставлять навоз и другие органические удобрения на опытных делянках в кучах более чем на один день. В опытах с делянками небольшого размера (до 200 м²) удобрения складывают сначала в одну или несколько куч на дорожки, окружающие опыт. После тщательного перемешивания удобрения отвешивают на десятичных весах в специально приспособленные корзины или носилки и разносят по делянкам.

Механизированное внесение органических удобрений на делянках пока затруднено тем, что у существующих навозоразбрасывателей трудно регулировать норму, они рассчитаны для работы на делянках размером около 1000 м². Поэтому механизированное внесение органических удобрений возможно только в опытах с крупными делянками, а также в том случае, если удобрения вносят как общий фон для всего опыта.

Техника посева минеральных удобрений должна обеспечивать равномерное распределение их по делянкам. Перед развешиванием удобрения нужно тщательно измельчить и просеять, чтобы в них не попадались комки. Если удобрения в опыте не изучают, желательно вносить их на делянки туковой сеялкой. Это позволяет более равномерно распределить удобрения, так как для внесения определённого их количества нужно лишь точно установить сеялку на соответствующую норму посева. Механизированный посев удобрения возможен и на делянках вытянутой формы и размером более 500 м². Если вносят несколько видов удобрений, они должны быть тщательно перемешаны с соблюдением всех правил смешивания удобрений.

При ручном посеве навески удобрений заготавливают в лаборатории, сарае или непосредственно в поле. В зависимости от площади делянки удобрения развешивают в бумажные пакеты, матерчатые или полиэтилен-

новые мешочки или специальные деревянные ящики. В поле пакеты, мешочки или ящики с удобрениями раскладывают на всех делянках опыта, где должны применяться удобрения, после чего проверяют правильность раскладки.

На каждой делянке удобрения рассеивают в два приёма или с таким расчётом, чтобы немного удобрений осталось. Остаток всегда можно разбросать равномерно по всей делянке, а при нехватке удобрений на какую-то её часть делянка считается испорченной. К пылящим сухим удобрениям обязательно подмешивают почву с той же делянки. Минеральные удобрения желателно вносить в безветренную погоду.

Обработка почвы. Если обработка почвы не является изучаемым фактором, она должна быть однородной, одновременной и высококачественной на всех делянках опыта. Вспашку и другие приёмы обработки почвы следует выполнять через все делянки повторности перпендикулярно к их длинным сторонам, чтобы возможные случайные факторы одинаково влияли на все варианты опыта. На опытных делянках недопустимы развальные борозды и свальные бугры, орудия обработки должны разворачиваться за пределами делянок – на защитных полосах или полевых дорогах. Вспашка всвал или вразвал вдоль делянок допустима только в том случае, если свальные или развальные борозды можно сделать на защитных полосах между делянками или повторениями

Посев и посадка. Для доброкачественного проведения посева или посадки на опытном участке необходимо серьёзное внимание обратить на технику высева или посадки и качество посевного материала. Во всех опытах норму высева желателно устанавливать по числу всхожих семян, а не по массе.

Посев на опытном участке, как правило, должен быть проведён в один день. Многие исследователи отмечали, например, что разрыв в сроках посева ранних яровых в 4-6 ч приводит иногда к разнице в урожае 1-2 ц/га. Поэтому в опытах, допускающих сплошной посев, обязательно проведение посева, поперёк всех делянок опыта или всех делянок целых повторений. При этом первый проход сеялки делают по шнуру или по предварительно сделанной по нему борозде. Необходимо высевающие аппараты сеялки включать за 1-1,5 м до начала делянки и выключать через 0,5 м конца делянки. Тщательно следить за работой сошников, количеством семян в ящике и равномерностью их размещения в нем. Совершенно недопустимо останавливать сеялку во время работы, так как после остановки, если не откатить её назад на 0,5-1 м, получится огрех.

Уход за растениями и опытном участком. Уход за растениями на опытном поле не отличается от ухода за соответствующими культурами в производственных условиях. Все работы следует выполнять своевременно, тщательно и однообразно. Прополку (химическую или ручную), междурядную обработку, подкормку и т. п. проводят совершенно одинаково на

всех делянках опыта и не растягивают во времени. Особое внимание обращают на борьбу с сорняками, так как они особенно сильно нарушают сравнимость вариантов.

К специальным работам относятся: поделка и прочистка дорожек, обрезка по шнуру границ опыта (общий контур), делянок, а также отбивка защитных полос, своевременная расстановка колышков, этикеток и т. д.

В соответствии с характером опыта и способом учёта урожая на каждой делянке намечают учётную и защитные части. По концам делянок выделяют концевые защитки, а между соседними делянками – боковые защитки. При механизированной уборке урожая удобнее отбивать такие боковые защитки, общая ширина которых между двумя соседними делянками соответствует захвату уборочной машины.

На культурах сплошного сева все защитные полосы выделяют по всходам. Защитки отбивают по шнуру мотыгами или прорезают дорожки культиватором, навешенным на малогабаритный трактор. Если посев проводят вдоль делянок, то их учётную часть можно отграничить от боковой защитной полосы, закрыв соответствующий сошник сеялки во время работы.

В опытах по сортоиспытанию или при изучении таких агротехнических приёмов, которые оказывают несущественное влияние на соседние делянки, боковые защитки не выделяют и заменяют их незасеянными дорожками между делянками шириной 30-40 см. Выделять более широкие незасеянные дорожки нецелесообразно, так как они очень сильно зарастают сорняками и требуют специальной обработки почвы. Кроме того, урожай на учётной части делянки, примыкающей к широкой дорожке, очень резко отличается от урожая на остальной её площади.

После всходов и поделки дорожек устанавливают этикетки. В начале опытного участка помещают большую этикетку с наименованием опыта. Надписи на приделяночных этикетках должны в самой краткой и понятной форме указывать на основные отличия вариантов.

Уборка и учёт урожая. За несколько дней до уборки нужно осмотреть опытный участок, выделить каждую делянку колышками или вешками, а при необходимости сделать выключки. Под выключкой понимают часть учётной делянки, исключённой из учёта вследствие случайных повреждений или ошибок, допущенных во время работы. Целые делянки выключают и выбраковывают лишь в исключительных случаях, когда есть зарегистрированные данные, свидетельствующие о повреждении растений, об ошибке в работе или другие причины, которые могут изменить урожай независимо от изучаемого приёма.

Допускаются следующие основания для выключек или браковки целых делянок:

а) повреждения, вызванные стихийными явлениями природы, неравномерно повредившие опытную культуру, при условии, что неравномерность повреждения не является следствием изучаемых в опыте причин;

б) случайные повреждения в результате потравы скотом, птицей, грызунами;

в) ошибки при закладке и проведении опыта.

Уменьшение учётной деланки из-за выключек допускается не более чем на 50 %. При уменьшении больше указанного размера деланку выбраковывают полностью. Чтобы опыт с одной двумя выпавшими из учёта деланками привести к сравнимому виду, результаты их должны быть восстановлены статистическим методом.

Урожай на учётных деланках убирают после удаления урожая с защитных полос и выключек. Убирают его способом и в сроки, которые устанавливают на месте, руководствуясь общим требованием к полевым работам на опытах – одновременность и однокачественность их. Все опытные деланки желательно убирать в один день, одним и тем же способом.

Если это технически не удаётся сделать, то в один день убирают обязательно целое число повторений. В том случае, если изучаемые приёмы оказывают влияние на сроки созревания (например, при испытании сортов, сроков посева, удобрений и т. п.), то уборку проводят по мере созревания культур, но обязательно одним и тем же способом на всех деланках. Различные способы уборки в одном опыте, естественно, могут быть допустимы лишь при изучении самих способов уборки.

В исследовательской работе необходимо использовать только сплошной метод учёта урожая. Весь урожай с учётной части каждой деланки при сплошном учёте убирают и взвешивают на весах.

Использованная и рекомендуемая литература

1. Глуховцев В. В. Практикум по основам научных исследований в агрономии : учебники и учебные пособия / В. В. Глуховцев, В. Г. Кириченко, С. Н. Зудилин. – М. : Колос, 2006. – 233 с.
2. Доспехов Б. А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1972. – 207 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта : учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1979. – 335 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта : учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 335 с.
5. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводства / под ред. В. Ф. Белика. – М. : Агропромиздат, 1992. – 319 с.
6. Моисейченко В. Ф. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве : учебник для с.-х. вузов / В. Ф. Моисейченко, А. Х. Заверюха, М. Ф. Трифонова. – М. : Колос, 1994. – 383 с.
7. Моисейченко В. Ф. Основы научных исследований в агрономии : учебник для с.-х. вузов / В. Ф. Моисейченко, А. Х. Заверюха, М. Ф. Трифонова. – М. : Колос, 1996. – 335 с.

2 ОТБОР ПРОБ И ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

2.1 Методика закладки почвенных разрезов

Выбор места для заложения почвенного разреза. Перед закладкой почвенного разреза необходимо самым тщательным образом осмотреть местность, определить характер рельефа и растительности для правильного выбора места заложения почвенного разреза.

При выборе места для заложения почвенного разреза на местности важно учитывать следующие требования.

1. Типичность – расположение разреза на ровном месте, характерном для данного природного комплекса. Необходимо избегать небольшие бугры, низины, стремиться к тому, чтобы мощность почв, их выраженность не отклонялись от типичной для данной территории картины в зависимости от случайного влияния микрорельефа. Следует избегать расположения ключевых разрезов на границах природных комплексов, так как это смажет типичные их показатели. При характеристике склонов в горных условиях важно разрезы заложить в средней их части. Нельзя выполнять разрезы в оврагах, местах выполнения земляных или строительных работ, вблизи животноводческих построек, хранилищ нефтепродуктов, удобрений и т. п., то есть там, где почва может быть нарушена или изменены её свойства в силу тех или иных причин.

2. Безвредность – выполнение разреза не должно наносить вреда окружающей среде, не мешать выполнению народно-хозяйственных работ, не портить посевов сельскохозяйственных, технических и других культур, не вредить охраняемым представителям флоры и т. п.

Выбор местоположения почвенного разреза это ответственный момент исследований, так как ошибочный выбор может привести к неправильным определениям почвы и неверным выводам.

Техника заложения почвенных разрезов. На выбранном типичном участке располагают разрез таким образом, чтобы его передняя вертикальная стенка, противоположная ступеням, была наиболее освещённой. Выка-

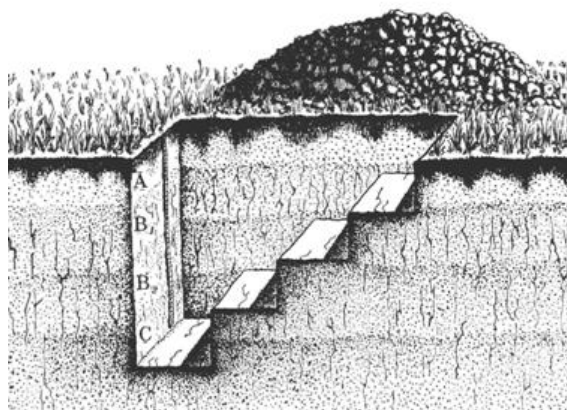


Рисунок 1 – Вид почвенного разреза

пывают почвенный разрез так, чтобы три стенки его были отвесными, а четвертая спускалась ступеньками (рисунок 1). При этом гумусовые почвенные горизонты следует выбрасывать в одну сторону, а нижние – в другую. Около передней стенки нельзя ходить, бросать на неё землю, нужно сохранить напочвенный покров, подстилку и сложение почвы в естественном виде.

Разрез выкапывают до такой глубины, чтобы вскрыть верхнюю часть материнской породы. Размеры разреза по ширине должны быть удобны для работы исследователя: описания морфологических признаков почв и отбора почвенных проб для анализов.

После того как почвенный разрез подготовлен, приступают к детальному изучению морфологических признаков почвы каждого генетического горизонта и описанию их. Выделяют и прочерчивают ножом границы между почвенными горизонтами (на всех стенках, а не только передней!). Критерием для выделения горизонтов служит изменение одного или нескольких морфологических признаков: окраски, гранулометрического состава, структуры, плотности сложения, характера новообразований и др.

При описании почв необходимо обращать внимание на связь морфологических признаков почвы с растительным покровом, рельефом, экспозицией склонов, близостью грунтовых почвенных вод и т. д.

Результаты описания почвенных разрезов, полуям и прикопок заносятся в ведомость, в которой должны быть записаны сведения о привязке разреза, рельефе, растительности, грунтовых водах, результатах полевых исследований физических, химических и других свойств почвы (приложение А, форма 1).

Привязка почвенного разреза на местности. После выкопки разреза необходимо точно нанести место его расположения на топографическую основу, т. е. привязать разрез.

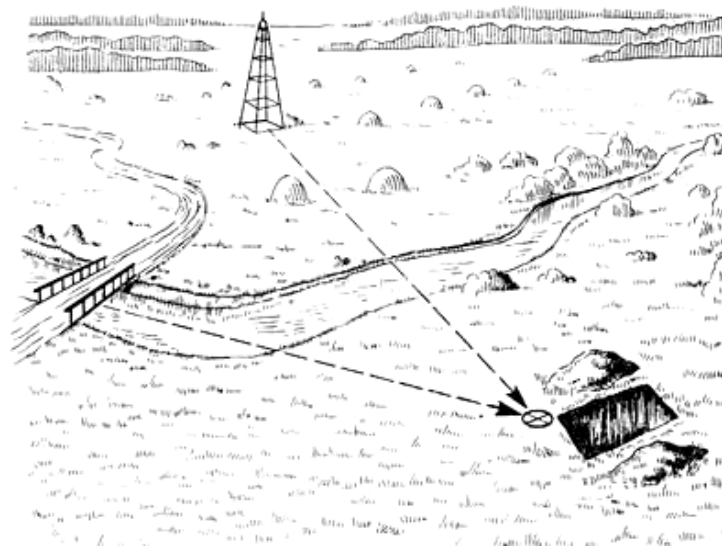


Рисунок 2 – Привязка почвенного разреза на местности методом обратных засечек

Существует несколько методов привязки разрезов. Наиболее распространённым является метод обратных засечек. При этом выбирают 2-3 ориентира, видимых на местности и нанесённых на картографическую основу, и указывают направление и расстояние от ориентиров до места расположения разреза (рисунок 2). Ошибка привязки не должна превышать 3 м.

В настоящее время быструю и точную привязку почвенного разреза к единой системе географического позиционирования возможно осуществить с помощью навигационной системы (рисунок 3). Использование GPS-навигатора позволяет более точно привязать разрез к топографической основе, оценивать результаты последовательно проведённых туров почвенного обследования, осуществлять детальный учёт изменчивости среды обитания растений в пространстве и во времени.



Рисунок 3 – GPS-навигатор

Во время почвенной съёмки, кроме разрезов, закладывают значительное число прикопок по мере движения от одного разреза к другому. Пограничные прикопки, определяющие границы между двумя разностями почв, привязывают к местности и описывают. По прикопкам, полуразрезам и разрезам, нанесённым на планшет, условными знаками наносят границы почв, получая по мере выполнения работ полевую почвенную карту с обозначением индексов почв, обозначением их привязки

в метрах и номера разреза, полуразреза или прикопки.

2.2 Описание морфологических признаков почв

К основным **морфологическим признакам** почв относят: строение почвенного профиля, его мощность, окраску, гранулометрический состав, структуру, сложение, новообразования и включения.

Строение почвенного профиля – это определённое расчленение почвы на ряд расположенных в вертикальном направлении горизонтов, отличающихся определёнными признаками. Строение почвы можно хорошо наблюдать на вертикальной стенке почвенного разреза глубиной 1-1,5 м.

Каждый тип почвы имеет вполне определённый характер почвенного профиля. Зная это, можно определить полевое название почвы.

Существует много систем выделения почвенных горизонтов и их буквенных обозначений. Однако в настоящее время наиболее распространённым в нашей стране является использование символов основных генетических горизонтов почв, обозначаемых заглавными латинскими буквами и арабскими цифрами (приложение Б).

Наиболее распространённые на территории Российской Федерации дерново-подзолистые целинные почвы имеют следующее строение профиля (таблица 1).

Схематический профиль почвы зарисовывают в ведомости путём нанесения мазков каждого генетического горизонта. Для этого отбирается типичный почвенный образец, характерный для данного горизонта, при необходимости увлажняется, тщательно перемешивается и наносится в виде мазка на бумагу.

Таблица 1 – Строение профиля целинной дерново-подзолистой почвы

| Горизонт | Характеристика горизонта |
|----------------------|--|
| A₀ | Лесная подстилка, или дернина. Она состоит из органических остатков и чётко выражена под лесной (лесной опад) или травянистой растительностью на целинных землях |
| A₁ | Гумусово-аккумулятивный горизонт, имеющий более тёмную окраску, чем другие горизонты. Он занимает верхнюю часть профиля почвы и характеризуется максимальным содержанием гумуса и минеральных элементов питания растений. На пашне вместо горизонтов A₀ и A₁ выделяют A_п – пахотный, расположенный в верхней части обрабатываемых почв мощностью 16-30 см |
| A₂ | Элювиальный или подзолистый горизонт, из которого происходит выщелачивание ряда органических и минеральных соединений и накопление кремнезёмистой присыпки. Поэтому он светлее, чем горизонт A₁ |
| B | Иллювиальный горизонт, в котором накапливаются вымываемые из верхних горизонтов гумусовые вещества, различные минеральные соединения, коллоидная фракция почвы. В ряде почв этот горизонт подразделяют на B₁ , B₂ и т. д. |
| C | Материнская порода – нижняя часть профиля, неизменённого почвообразовательным процессом |
| D | Подстилающая порода. Вычленяется на таких почвах, верхняя и нижняя части профиля которых сформировались на различных породах. Такие почвы называют двучленными |

Мощностью почвы называют её вертикальную протяжённость, т. е. толщину от поверхности вглубь до не изменённой почвообразовательными процессами части материнской породы. Общая мощность почв различных типов колеблется в широких пределах – от 20 см (арктические и тундровые почвы) до 150 и даже 250 см и более (мощные чернозёмы).

Отмечая мощность каждого генетического горизонта, указывают его верхнюю и нижнюю границы, например, $A_{п} \left(\frac{2-22}{22} \right)$ см, $A_2 \left(\frac{22-28}{6} \right)$ см и т. д., чтобы была видна не только мощность горизонта, но и глубина его расположения. Мощность каждого горизонта измеряют линейкой или мерной лентой с точностью до 1 см.

Влажность не является устойчивым признаком какой-либо почвы или почвенного горизонта. Она зависит от многих факторов: метеорологических условий, уровня грунтовых вод, гранулометрического состава почвы, характера растительности и т. д. Например, при одинаковом содержании влаги в почве песчаные (лёгкие) горизонты будут казаться влажнее глинистых (тяжёлых).

Степень влажности влияет на выраженность других морфологических признаков почвы, что необходимо учитывать при описании почвенного разреза. Например, влажная почва имеет более тёмный цвет, чем сухая. Кроме того, степень влажности оказывает влияние на сложение, структуру почвы и т. д.

В полевых условиях о степени увлажнения почвы можно приблизительно судить по её консистенции, определяемой органолептически. Данный метод не заменяет инструментальный, но его широко используют. Следует различать пять степеней влажности почв (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика степени влажности почвы

| Степень влажности | Признаки |
|-------------------|--|
| сухая | почва пылит, присутствие влаги в ней на ощупь не ощущается, не холодит руку, влажность почвы близка к гигроскопической (влажность в воздушно-сухом состоянии) |
| свежая | почва холодит руку, не пылит, при подсыхании немного светлеет |
| влажная | на ощупь явно ощущается влага, почва увлажняет фильтровальную бумагу, при подсыхании значительно светлеет и сохраняет форму, приданную почве при сжатии рукой; |
| сырая | при сжимании в руке превращается в тестообразную массу, а вода смачивает руку, но не сочится между пальцами; |
| мокрая | при сжимании в руке из почвы выделяется вода, которая сочится между пальцами, почвенная масса обнаруживает текучесть. |

Окраска (цвет) почвы – один из важнейших морфологических признаков, который используют при определении типа, вида и при оценке основных агрономических свойств почвы и отдельных горизонтов.

Окраска почв находится в прямой зависимости от её химического состава, условий почвообразования, влажности. Окраска горизонта зависит от наличия в почве того или иного количества красящих веществ. Верхние горизонты окрашены гумусом в тёмные цвета (серые и коричневые). Чем большее количество гумуса содержит почва, тем темнее окрашен горизонт. Наличие железа и марганца придаёт почве бурые, охристые, красные тона. Белёдые, белые тона предполагают наличие процессов оподзоливания (вымывания продуктов разложения минеральной части почв), осолодения, засоления, окарбонирования, т. е. присутствие в почве кремнезёма, каолина, углекислого кальция и магния, гипса и других солей. Важное диагностическое значение имеет изменение окраски почвы по профилю, которое может быть и очень постепенным, как в чернозёмах или краснозёмах, так и весьма резким, как в дерново-подзолистых почвах.

Все разнообразие окрасок сводится к сочетанию трёх основных цветов – чёрного, красного и белого. Почвы редко бывают окрашены в какой-либо один чистый цвет. Обычно окраска почв довольно сложная и состоит из нескольких цветов (например, серо-бурая, белесовато-сизая, красновато-коричневая и т. д.), причём название преобладающего цвета ставится на последнем месте.

Для определения окраски почвенного горизонта необходимо:

- а) установить преобладающий цвет;
- б) определить насыщенность этого цвета (тёмно-, светло-окрашенная);
- в) отметить оттенки основного цвета (например, буровато-светло-серый, коричневатобурый, серовато-палевый и т. д.).

При описании почвы необходимо указывать и степень однородности окраски. Однородная окраска – весь горизонт однообразно окрашен в какой-либо цвет. Возможны варианты: равномерная однородная окраска и неравномерная однородная окраска, когда тон и интенсивность окраски постепенно меняются от верхней части горизонта к нижней. Неоднородная окраска – горизонт окрашен в различные цвета путём чередования пятен разного цвета и различной конфигурации. Здесь различают:

- а) пятнистую окраску – пятна одного цвета нерегулярно располагаются на фоне другого цвета;
- б) крапчатую – мелкие (до 5 мм) пятна одного цвета нерегулярно разбросаны по однородному фону;
- в) полосчатую – регулярное чередование полос разного цвета;
- г) мраморовидную – пёстрая окраска из пятен и прожилок разного цвета.

При определении окраски почвы в полевых условиях необходимо учитывать влажность почвы и степень освещённости почвенного разреза. Влажная почва имеет более тёмную окраску. Поэтому желательно проверять окраску почвы в образцах, доведённых до воздушно-сухого состояния.

Для достижения единообразия при определении окраски почв можно составить цветовую шкалу из образцов почв, распространённых в исследуемом районе и пользоваться ею как эталоном при описании почвенного разреза.

Пример записи в ведомости: V_g 50-60 см – красно-бурый, неравномерно окрашенный, с отдельными расплывчатыми сизоватыми пятнами.

Гранулометрический состав почв. Определение гранулометрического состава по горизонтам играет большую роль при изучении гёнезиса (происхождения) почвы, так как гранулометрический состав зависит не только от состава материнской породы, но и от процессов почвообразования, происходящих в почве.

Гранулометрический состав является важной характеристикой, необходимой для определения производственной ценности почвы, её плодородия, способов обработки, сроков полевых работ, нормы удобрений, размещения сельскохозяйственных культур и т. д. От гранулометрического состава зависят почти все физические, водно-физические и физико-механические свойства почвы: водопроницаемость, влагоёмкость, порозность, воздушный и тепловой режимы, водоподъёмная сила и др.

Почвы песчаные и супесчаные легко поддаются обработке, поэтому их издавна называют лёгкими. Они обладают хорошей водопроницаемостью и благоприятным воздушным режимом, быстро прогреваются. Однако главный их недостаток – низкая влагоёмкость. Поэтому на песчаных и супесчаных почвах даже во влажных районах растения страдают от недостатка влаги. Лёгкие почвы бедны гумусом и элементами питания растений, обладают незначительной поглотительной способностью, сильнее подвержены ветровой эрозии.

Тяжелосуглинистые и глинистые почвы отличаются более высокой связностью и влагоёмкостью, лучше обеспечены питательными веществами, богаче гумусом. Обработка этих почв требует больших энергетических затрат, поэтому их принято называть тяжёлыми. Они имеют слабую водопроницаемость, легко заплывают, образуют корку, отличаются большой плотностью, липкостью, часто неблагоприятным воздушным и тепловым режимами.

Существуют «сухой» и «мокрый» органолептические способы определения гранулометрического состава в поле.

Определение гранулометрического состава почвы в сухом состоянии. Из каждого генетического горизонта берут небольшую пробу почвы и растирают её на ладони или между пальцами и по ощущению относят к той или иной группе по гранулометрическому составу, пользуясь шкалой, приведённой в таблице 3.

Определение гранулометрического состава почвы во влажном состоянии («мокрым методом») по пробам на скатывание шнура. Из генетического горизонта или пахотного слоя берут небольшую пробу почвы и увлажняют её несколькими каплями воды, чтобы придать ей мягкопластичную консистенцию (густой пасты). Хорошо перемешивают почву пальцами и раскатывают на ладони или фанерной пластинке в шнур толщиной примерно 3 мм, свёртывают его в кольцо диаметром около 3 см и после этого определяют гранулометрический состав почвы, пользуясь основными показателями, указанными в таблице 3.







Окончательное уточнение гранулометрического состава почвы происходит путём проведения специального лабораторного анализа, и на основании его даётся окончательное название почвы.

Пример записи в ведомости: А₁ 0-15 см – легкосуглинистый.

Структура почвы. Совокупность агрегатов различной величины, формы и качественного состава и их взаимное расположение в почвенном профиле называется почвенной структурой. Структура почвы является одним из важнейших факторов её плодородия. В структурной почве создаются оптимальные условия водного, воздушного и теплового режимов, что в свою очередь, обуславливает развитие микробиологической деятельности, мобилизацию и доступность питательных веществ для растений.

2. Отбор проб и исследования почвы в полевых условиях

Таблица 3 – Основные признаки гранулометрического состава почвы при определении органолептическими методами

| Метод определения | | | | Гранулометрический состав почвы |
|--|--|---|---|---------------------------------|
| сухой | | мокрый | | |
| состояние сухой почвы | ощущение при растирании почвы | способность скатываться в шнур | внешний вид образца | |
| Сухие агрегаты очень твёрдые, не раздавливаются между пальцами рук | Однородная тонко измельчённая мучнистая масса | Шнур тонкий, легко свёртывается в кольцо без трещин, можно свернуть в «восьмёрку» |  | Глинистая |
| Сухие агрегаты прочные, трудно раздавливаются | Небольшая примесь шероховатых (песчаных) частиц | Шнур легко скатывается, при свёртывании в кольцо даёт трещины |  | Тяжелосуглинистая |
| Сухие агрегаты раздавливаются в руке с трудом | Мучнистые и шероховатые (песчаные) частицы, примерно поровну | Шнур легко образуется, но при свёртывании в кольцо распадается |  | Среднесуглинистая |
| Агрегаты разрушаются в руке с небольшим усилием | Неоднородная масса с преобладанием шероховатых частиц (песчаных) | Образуется шнур, легко распадающийся на части |  | Легкосуглинистая |
| Агрегаты легко раздавливаются | Подавляющая масса песчаная, глинистых частиц мало | Шнур при скатывании распадается на части |  | Супесчаная |
| Сыпучее (безагрегатное) | Песчаная масса | Шнур не образуется |  | Песчаная |
| Содержит обломки горных пород в поперечнике > 3 мм | — | — | — | Каменистая |

Различают два вида понятия структурности почвы: морфологические и агрономические. В морфологическом понимании хорошей будет всякая чётко выраженная структура: ореховатая, столбчатая, призмовидная, пластинчатая и т. п. Каждой генетически различной почве, а внутри её отдельным горизонтам присуща своя, характерная структура. Её формирование тесно связано с условиями образования данного почвенного типа.

Агрономически ценной является только такая структура, которая обеспечивает плодородие почвы. Оптимальные условия водного и воздушного режимов складываются у почв с мелкокомковатой и зернистой структурой.

Агрономически ценной считается водопрочная с высокой порозностью структура, создание которой и является задачей агротехнических приёмов и мероприятий, направленных на оструктуривание почвы. Но не всякая водопрочная структура является агрономически ценной. Водопрочность структуры имеет двоякую природу: она может быть обусловлена стойким химическим и физико-химическим закреплением коллоидов (необратимая коагуляция коллоидов). Агрегаты также могут быть водопрочны вследствие их неводопроницаемости, связанной с наличием в основном тонких неактивных пор. Хорошая структура должна быть также механически прочной, неразрушающейся при обработке почвы сельскохозяйственными орудиями.

Морфологические типы структур почвенной массы хорошо разработаны С. А. Захаровым, чья классификация структурных отдельностей приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Классификация почвенной структуры

| Род | Вид | Размеры поперечника (для I и II типов) и толщина отдельностей (для III типа), мм |
|---|------------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| I тип – кубовидная (равномерное развитие структуры по трём взаимно перпендикулярным осям) | | |
| А. Грани и рёбра выражены плохо, агрегаты большей частью сложны и плохо оформлены | | |
| <i>Глыбистая</i> – неправильная форма и неровная поверхность | крупноглыбистая | > 200 |
| | глыбистая | 200 – 100 |
| | мелкоглыбистая | 100 – 10 |
| <i>Комковатая</i> – неправильная округлая форма, шероховатая поверхность, рёбра сглажены | крупнокомковатая | 10 – 3 |
| | комковатая | 3 – 1 |
| | мелкокомковатая | 1 – 0,25 |
| <i>Пылеватая</i> | пылеватая | < 0,25 |

Продолжение таблицы 4

| 1 | 2 | 3 |
|--|-----------------------------|--------------|
| Б. Грани и рёбра хорошо выражены, агрегаты ясно оформлены | | |
| <i>Ореховатая</i> – более или менее правильная форма, поверхность граней сравнительно ровная, рёбра острые | крупноореховатая | > 10 |
| | ореховатая | 10 – 7 |
| | мелкоореховатая | 7 – 5 |
| <i>Зернистая</i> – более или менее правильная форма, острогранная, с гранями то шероховатыми и матовыми, то гладкими и блестящими | крупнозернистая (гороховая) | 5 – 3 |
| | зернистая (крупитчатая) | 3 – 1 |
| | мелкозернистая (порошистая) | 1 – 0,25 |
| II тип – призмовидная (развитие структуры главным образом по вертикальной оси) | | |
| А. Грани и рёбра выражены плохо, агрегаты сложны и мало оформлены | | |
| <i>Столбовидная</i> – неправильная форма со слабо выраженными неровными гранями и сглаженными рёбрами | крупностолбовидная | диаметр > 50 |
| | столбовидная | 50 – 30 |
| | мелкостолбовидная | < 30 |
| Б. Грани и рёбра хорошо выражены | | |
| <i>Столбчатая</i> – довольно хорошо выражены гладкие боковые вертикальные грани, с округлым верхним основанием («головкой») и плоским нижним | крупностолбчатая | диаметр > 50 |
| | столбчатая | 50 – 30 |
| | мелкостолбчатая | < 30 |
| <i>Призматическая</i> – грани хорошо выражены, рёбра острые, плоские, не всегда горизонтальные основания | крупопризматическая | диаметр > 50 |
| | призматическая | 50 – 30 |
| | мелкопризматическая | 30 – 10 |
| | карандашная | < 10 |
| III тип – плитовидная (развитие структуры по горизонтальным осям) | | |
| <i>Плитчатая (слоеватая)</i> – с более или менее развитыми горизонтальными плоскостями спайности | сланцевая | толщина > 5 |
| | плитчатая | 5 – 3 |
| | пластинчатая | 3 – 1 |
| | листоватая | < 1 |
| <i>Чешуйчатая</i> – со сравнительно небольшими, отчасти изогнутыми плоскостями и часто острыми рёбрами (некоторое сходство с чешуёй рыбы) | скорлуповатая | толщина > 3 |
| | грубочешуйчатая | 3 – 1 |
| | мелкочешуйчатая | < 1 |

Каждому типу почв и каждому генетическому горизонту свойственны определённые типы почвенных структур. Для гумусовых горизонтов, например, характерна зернистая, комковато-зернистая, порошисто-

комковатая структура; для элювиальных горизонтов – плитчатая, листоватая, чешуйчатая, пластинчатая; для иллювиальных – столбчатая, призматическая, ореховатая, глыбистая и т. д.

Методика определения структуры почвы. На передней стенке из исследуемого горизонта ножом вырезается небольшой образец грунта и подбрасывается несколько раз на ладони (или лопате) до тех пор, пока он не распадется на структурные отдельные элементы. Рассматривая эти структурные элементы, определяют степень их однородности, размер, форму, характер поверхности. Если структура неоднородна, то для её характеристики пользуются двойными названиями (комковато-зернистая, ореховато-призматическая и т. д.), последним словом указывая преобладающий вид структуры.

Пример записи в ведомости: А₁ 0-15 см – структура крупнокомковатая, выражена хорошо, однородная, водопрочная.

Под *сложением* почвы понимают внешнее выражение пористости и плотности составляющих почву горизонтов. Сложение зависит от гранулометрического и химического состава почвы, деятельности почвенной фауны и корней растений, а также от влажности. Это свойство почвы определяет величину и характер её скважности, а следовательно, водопроницаемость, аэрируемость и сопротивление почвы при обработке, тип орудий и машин для обработки почвы, производительность тракторных агрегатов и расход топлива на единицу площади.

О плотности судят по усилию, с которым входят в почвенные слои (горизонты) нож или лопата. Различают следующие степени плотности (твёрдости) почв в сухом состоянии:

1) *очень плотное или слитое сложение (очень твёрдая)* – почва не поддаётся действию лопаты (входит в почву не более чем на 1 см) и разбивается лишь ломом или киркой; характерно для связных глинистых почв, для столбчатых горизонтов солонцов;

2) *плотное сложение (твёрдая)* – лопата или нож с трудом входят в почву на глубину 4–5 см, а почва с трудом разламывается руками; такое сложение наблюдается в тяжёлых глинистых неокультуренных почвах и иллювиальных горизонтах;

3) *уплотнённое сложение* – нож или лопата входят в горизонт с усилием; характерно для подзолистых горизонтов, гумусовых подпахотных слоёв;

4) *рыхлое сложение (рыхлая)* – лопата или нож легко входят в почву, почва хорошо оструктурена, но структурные агрегаты сравнительно мало сцементированы между собой; таковы супесчаные почвы и верхние, хорошо оструктуренные горизонты суглинистых почв, обогащённых органикой;

5) *рассыпчатое сложение (очень рыхлая)* – почва обладает сыпучестью, отдельные частицы не сцементированы между собой; свойственно

супесчаным и бесструктурным, распылённым пахотным горизонтам почв.

Характер сложения почвы в значительной мере обуславливается также размерами, количеством и формой пор и трещин. Различают следующие типы пористости почв:

А. Полости, расположенные внутри структурных отдельностей:

а) *пористые* – диаметр пор 1-3 мм, характерны для лёссовидных пород и соответствующих почв, серозёмов, дерново-подзолистых почв;

б) *тонкопористые* – диаметр пор, пронизывающих почву, до 1 мм, характерны для лёссов и образовавшихся из них почв;

в) *губчатые* – почва пронизана порами диаметром 3-5 мм, характерны для некоторых подзолистых горизонтов;

г) *ноздреватые или дырчатые* – диаметр пор 5-10 мм, характерны для серозёмов и обусловлены работой землероющих животных;

д) *ячеистые* – диаметр пустот 10 мм, характерны для субтропических и тропических почв;

е) *трубчатые* – пронизаны каналами, прорытыми крупными землероями.

Б. Полости расположены между структурными отдельностями:

а) *тонкотрещиноватые* – воздушные полости, обычно вертикального направления, менее 3 мм;

б) *трещиноватые* – размер трещин 3-10 мм, характерны для горизонтов с призматической и столбчатой структурой;

в) *щелеватые* – вертикальные полости размером более 10 мм, свойственны столбчатым горизонтам некоторых солонцеватых почв.

Воздушные полости почвенных горизонтов хорошо видны в сухое время года. Во влажном состоянии вследствие разбухания почвенной массы размер пор уменьшается.

Пример записи в ведомости: А₁ 0-10 см – сложение рыхлое, пористое, тонкотрещиноватое.

Новообразованиями называются скопления разнообразных веществ, выделившихся в результате почвообразовательного процесса на поверхности твёрдых частиц почвы или в порах и пустотах между ними. Состав новообразований является одним из характерных признаков при определении типа почвы и её агрономических свойств.

Различают новообразования химического и биологического происхождения.

Химические новообразования.

1. *Легкорастворимые соли* (NaCl, Na₂SO₄ · 10H₂O, MgCl₂, CaCl₂) – белого цвета, встречаются в виде выцветов и корочки на поверхности почвы или в форме налётов, прожилок, крупинок в толще профиля. Характерны для группы засоленных почв (солончаков и солонцов).

2. *Гипс* (CaSO₄ · 2H₂O) – белого и желтоватого цвета, встречается в виде отдельных прожилок, псевдомицелия (густой сети очень тонких про-

жилок), конкреций (т. е. скоплений кристаллов) в тонких или более крупных порах и пустотах почвенной толщ. Иногда гипс образует корочку или выцветы на поверхности почвы. Характерен для каштановых и бурых почв, серозёмов, засоленных почв.

3. *Углекислая известь* (CaCO_3) – белого цвета, встречается в очень разнообразных формах в толще профиля, где заполняет как тонкие поры, так и более крупные пустоты. Различают следующие наиболее распространённые формы новообразований углекислого кальция: 1) пятна и выцветы неопределённых, расплывчатых очертаний; 2) плесень из скоплений очень тонких игольчатых кристаллов; 3) белоглазку – яркие, компактные, резко очерченные пятна; 4) прожилки и псевдомицелий по тонким порам почвы; 5) трубочки из массы кристаллической или мучнистой извести по ходам корней; 6) конкреции из плотных стяжений CaCO_3 различной величины и формы, заполняющие пустоты между твёрдой массой почвы (размеры конкреций колеблются от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров, форма очень разнообразна, а иногда и причудлива, вследствие чего их называют куколками, погремками, дутиками и т. д.); 7) прослойки лугового мергеля, достигающие нескольких десятков сантиметров в толщину.

Распознаются по вскипанию с 10 % HCl . Характерны для дерново-карбонатных почв, чернозёмов, каштановых, бурых и засоленных почв, серозёмов.

4. *Гидроокиси железа, алюминия, марганца в комплексе с органическими веществами и соединениями фосфора, ржаво-бурого, охристого, кофейного или чёрного цвета.* Они образуют: а) натёки (плёнки, примазки) – тонкие гляцевитые плёнки по трещинам и ходам корней на поверхности структурных отдельностей; б) пятна расплывчатой формы, неравномерно пропитывающие почву; в) конкреции, бобовины, округлые твёрдые стяжения от нескольких миллиметров до 1-2 см, часто обнаруживаемые лишь при растирании массы почвы между пальцами, в изломе они тёмно-бурного или чёрного цвета; г) трубочки (рыхлые или твёрдые) ржавого цвета по ходам корней; 5) ортзанды – тонкие нитевидные или более мощные прослойки, пропитывающие массу горизонта в песчаных почвах; 6) ортштейны – прослойки или участки горизонта, цементирующие массу почвы.

Все эти новообразования характерны для подзолистых, дерново-подзолистых, заболоченных и болотных почв.

5. *Соединения закиси железа* [FeCO_3 , $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$] голубоватого, сизоватого или зеленоватого цвета, образуют расплывчатые пятна и выцветы в профиле болотных и заболоченных почв. На свежих образцах распознаются легко. В сухих образцах исчезают, так как закисные соединения на воздухе окисляются.

6. *Кремнезём* (SiO_2) – беловатого цвета, образует присыпку (налёт) на поверхности структурных отдельностей. Характерен для дерново-подзолистых, серых лесных оподзоленных почв, оподзоленных чернозё-

мов, солонцов.

7. *Гумусовые вещества* – чёрного или тёмно-бурого цвета, образуют натеки, корочки и пятна на поверхности структурных отдельностей, придавая последним глянцевитый вид. Встречаются в иллювиальных горизонтах подзолистых и солонцеватых почв, солонцов.

Биологические новообразования.

1. *Копролиты* – экскременты червей и личинок насекомых, состоящие из частиц почвы, прошедших через пищеварительный тракт последних и пропитанных выделениями клеточных стенок кишечника. Встречаются в виде хорошо склеенных водонепроницаемых комочков почвы в пустотах, проделанных ходами животных, и на поверхности почвы. Характерны для всех типов почв с богатой почвенной фауной.

2. *Кротовины* – ходы землероев (кротов, сусликов, сурков, хомяков), засыпанные массой почвы. В вертикальном разрезе почвы они представлены крупными пятнами округлой, овальной или вытянутой формы, по цвету и сложению отличающимися от остальной массы почв. Типичны для чернозёмов.

3. *Корневины* – следы сгнивших крупных древесных корней. Характерны для лесных почв.

4. *Червоточины* – извилистые ходы – каналы червей. Встречаются во многих почвах.

5. *Дендриты* – отпечатки мелких корешков на поверхности структурных отдельностей в виде прихотливо извивающегося узора. Отпечатки часто окрашены в тёмный цвет за счёт гумуса, образовавшегося при разложении корешков. Встречаются в различных почвах.

При изучении новообразований необходимо определить их состав и форму, для чего нужно тщательно рассмотреть исследуемый образец невооружённым глазом и в лупу, осторожно разламывая структурные отдельности и растирая между пальцами рыхлую массу почвы. Для определения химического состава новообразований белого цвета (легкорастворимые соли, гипс, углекислая известь) делают ряд качественных реакций.

Пример записи в ведомости: В₁ 40-50 см – гумусовые вещества в виде глянцевой корочки на поверхности структурных отдельностей.

Включениями называются посторонние тела в профиле почвы, присутствие которых не связано почвообразовательным процессом. К ним относятся обломки горных пород (не окатанные – дресва, щебень, глыбы и окатанные – гравий, хрящ, галька, валуны), остатки животных и растений (раковины, кости, корни, стебли, листья, хвоя, не потерявшие ещё анатомического строения), включения антропогенного происхождения (обломки кирпича, кусочки угля, черепки посуды и различные археологические находки). При определении включений необходимо отмечать их количество (много, мало).

Пример записи в ведомости: А₁А₂ 10-20 см – много неразложившихся

ся тонких корней растений, обрывки стеблей, в небольшом количестве галька.

Характер перехода от одного горизонта к другому. При описании морфологических признаков очень важно указывать характер перехода одного горизонта в другой. Для этого используют следующие градации переходов:

1) *резкий переход* – смена одного горизонта другим происходит на протяжении 1 см (переход пахотного слоя к нижележащему);

2) *ясный переход* – смена горизонтов происходит на протяжении 1-3 см (от гумусово-элювиального к элювиальному в профиле дерново-подзолистых почв);

3) *заметный переход* – граница прослеживается в пределах 3-5 см;

4) *постепенный переход* – очень постепенная смена горизонтов на протяжении более 5 см (от одного иллювиального горизонта к другому в профиле подзолистых и серых лесных почв).

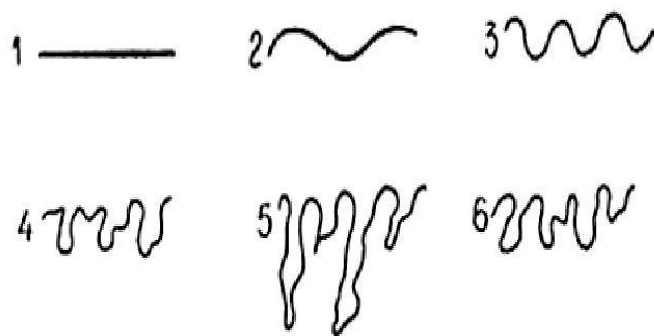


Рисунок 4 – Формы границ между генетическими горизонтами в профиле почвы

Важное значение имеет также и форма границ переходов, которая часто имеет диагностическое значение (рисунок 4).

По форме выделяется шесть основных типов границ между почвенными горизонтами:

1) *ровная*;

2) *волнистая* – отношение амплитуды к длине волны менее 0,5;

3) *карманная* – отношение глубины к ширине затёков (карманов) от 0,5 до 2;

4) *языковатая* – отношение глубины язычков к их ширине от 2 до 5;

5) *затечная* – отношение глубины затёков к их ширине более 5;

6) *размытая* – граница между горизонтами столь извилиста, что вся лежит в пределах какого-то слоя, выделяемого как переходный горизонт.

Описанные типы внутрипочвенных границ между горизонтами не охватывают, конечно, всего многообразия граничных форм в почвах, но с большей или меньшей точностью позволяют описывать явления с помощью общепринятых терминов, что очень важно в почвоведении.

Пример записи в ведомости: А_п 0-22 см – переход резкий ровный.

Установление полевого названия почвы. Полное название почв должно отражать систематическую иерархию почвенной классификации, в которой высшей единицей считается тип почвы.

Типы почв характеризуются качественно единым строением профиля, определённым сочетанием основных свойств, единством происхождения, миграции и аккумуляции веществ. Чаще всего тип почв отражает ос-

новой зональный процесс почвообразования, свойственный растительной формации: в тундре – глеевый, в лесной зоне – преимущественно подзолистый, в лугово-степной – дерновый, в пустынной – засоления и рассоления и так далее.

Подтипы выделяют внутри типов при наличии определённых подгоризонтов, отражающих дополнительные процессы, осложняющие, но не видоизменяющие основной процесс, характерный для типа. В каждом типе имеется центральный подтип и подтипы, образующие переходы к соседним типам. Подтип отражает, как правило, сопряжённый процесс почвообразования, например, подзолистый (основной) и дерновый (сопряжённый) характерны для лесо-луговой подзоны тайги и зоны смешанных лесов. Примером подтипа может служить дерново-подзолистая почва.

Роды, выделяют внутри подтипов. В них отражаются особенности химического состава материнской породы и грунтовых вод, а также сопутствующий процесс образования почв, например, оглеение, связанное с временным избыточным увлажнением. Например, дерново-подзолистая остаточнокarbonатная, дерново-подзолистая глееватая почва. В этом названии отражается степень развития каждого процесса – основной (зональный), сопряжённый (подзона, часть зоны) и сопутствующий (местный).

Виды выделяют внутри родов по степени выраженности почвенных горизонтов, отражающих интенсивность развития отдельных процессов почвообразования, составляющих типы и подтипы. Примером вида может служить дерново-слабоподзолистая почва.

Почвенную *разновидность* выделяют в пределах вида. Почвы подразделяют по гранулометрическому составу верхнего минерального горизонта, например, дерново-сильноподзолистая глееватая легкосуглинистая почва.

Почвенный *разряд* выделяется внутри почвенной разновидности по названию материнской горной породы и её гранулометрическому составу.

Таким образом, полное название почвы состоит из трёх частей: первая часть названия – генетическая, та, которая обозначает протекающие в почве процессы и степень их выраженности; вторая часть названия почв включает гранулометрический состав верхнего минерального горизонта почвы; третья часть названия представляет собой название материнской горной породы и её гранулометрический состав (таблица 5).

Таблица 5 – Пример названия почвы

| I. Генетическая часть | II. Гранулометрический состав | III. Порода |
|-------------------------------------|-------------------------------|---|
| Дерново-сильноподзолистая глееватая | среднесуглинистая | на покровных красновато-бурых суглинках |

2.3 Отбор почвенных проб для определения водно-физических свойств и агрохимических исследований

Из почвенного разреза или прикопки отбирают индивидуальные образцы по генетическим горизонтам (рисунок 5).

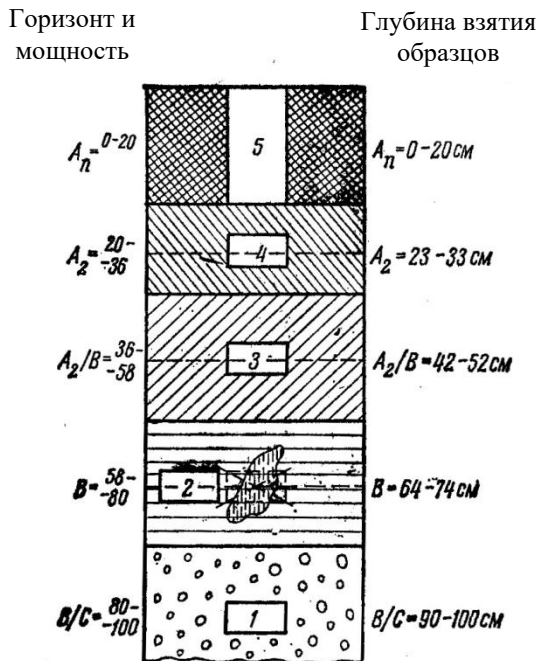


Рисунок 5 – Схема отбора почвенных проб по генетическим горизонтам

Отбор образцов проводят с передней стенки разреза, начиная с нижнего горизонта и кончая верхним (гумусовым) слоем. Образцы должны быть в виде монолитов длиной 10 см, шириной 8-10 см и высотой 6-8 см. Образцы почвы из гумусово-аккумулятивных горизонтов отбирают сплошной колонкой, пересекающей в вертикальном направлении весь горизонт. Масса почвенной пробы из каждого горизонта должна быть не менее 500 г.

Пробы упаковывают в матерчатые мешочки. На каждый почвенный образец составляют этикетку с указанием места и срока отбора, номера образца, полевого названия почвы (с индексом) и

фамилии исследователя. Каждая партия образцов сопровождается ведомостью с указанием номера каждого почвенного образца.

С поверхности почвы у лицевой стенки отбирают пробу почвы с ненарушенной структурой специальным металлическим цилиндром (патроном) с заострённым режущим нижним краем и двумя крышками для определения физических и водных свойств (плотность почвы, капиллярная и полная влагоёмкости). Для этого лопатой срезают дернину (или слой почвы) и осторожно вдавливают или забивают патрон деревянным молотком на заданную глубину, предварительно накрыв сверху доской толщиной 3-4 см, сверху закрывают крышкой. Затем почву вокруг цилиндра окапывают, подрезают снизу ножом и вынимают из почвы. Снизу закрывают сетчатой крышкой, предварительно проложенной фильтровальной бумагой. Цилиндр с почвой упаковывают в полиэтиленовый мешок для исключения испарения влаги и транспортируют в почвенную лабораторию.

Цилиндр должен быть хорошо наполнен почвой без нарушения её сложения.

Одновременно буром или ножом отбирают с заданной глубины пробу почвы массой 30-40 г в алюминиевый бюкс с крышкой для определения полевой влажности. Номер цилиндра и бюкса записывается в ведомость.

При агрохимическом обследовании каждое поле разбивают на соответствующие размеру взятия одного смешанного образца прямоугольные элементарные участки, которые наносят на картографическую основу и нумеруют исходя из намеченного маршрутного хода отбора почвы. Выбор маршрута и расположение точек отбора в значительной степени определяется конфигурацией поля.

Отбор почвенных образцов осуществляется тростевым буром или лопатой со всей глубины пахотного слоя и только в специальных исследованиях образцы берут из двух или нескольких слоёв почвы. В зависимости от конструкции бура один смешанный образец составляют из 20-30, а при отборе лопатой – из 10-15 индивидуальных точечных проб, взятых на типичной для данного участка площадке. Отбирают точечные образцы в четырёх направлениях на расстоянии 10-20 м от центра элементарного участка.

В полевых севооборотах один смешанный образец чаще всего берут с 4-8 га, а при детальном агрохимическом картографировании – с 1-2 га.

Каждый смешанный образец массой 400-500 г упаковывают в матерчатые или полимерные мешки, маркируют и отправляют в лабораторию. На этикетке указывают: адрес хозяйства, номер поля и образца, возделываемую культуру, глубину слоя почвы, с которого взят образец время взятия, фамилию техника, выполнявшего отбор проб.

2.4 Определение плотности почвы

Плотность почвы – масса единицы объёма абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении, выраженная в г/см³. В отличие плотности твёрдой фазы, плотность сложения характеризует массу единицы объёма всей почвы, включая твёрдую фазу и поры. Величина плотности зависит от порозности почвы (чем выше порозность, тем плотность меньше), от плотности твёрдой фазы (чем она больше, тем выше плотность), от содержания органических веществ (зависимость обратная) и от других факторов. От влажности плотность не зависит, так как определяется она в пересчёте на абсолютно сухую почву.

Наименьшая плотность обычно наблюдается в верхних горизонтах почв, наибольшая – в иллювиальных и глеевых горизонтах. У хорошо оструктуренных, рыхлых дерново-подзолистых почв наименьшая плотность сложения наблюдается в лесных подстилках – 0,15-0,40 г/см³, в гумусовых горизонтах она повышается до 0,8-1,0, в подзолистых – до 1,4-1,45, иллювиальных – до 1,5-1,6 и в материнской породе – до 1,4-1,6 г/см³. Величина плотности почв зависит от типа растительности. Так, в гумусовых горизон-

тах под сомкнутыми ельниками она равна 0,9-1,1, под березняками – 1,0-1,3, под злаками – 1,2-1,4 г/см³.

Наиболее благоприятная для растительности величина плотности верхних горизонтов почв колеблется в пределах 0,95-1,15 г/см³. Предельной величиной характеризуются глеевые горизонты почв с максимальной плотностью 2,0 г/см³. Если плотность почв равна 1,6-1,7 г/см³, корни древесных пород практически в почву не проникают, а сельскохозяйственные культуры снижают урожайность в 3-4 раза.

Точное определение плотности производят в полевых условиях в почвах естественного сложения. Методика отбора почвенного образца приведена в разделе 2.3. Для большей точности на каждого почвенного разреза и с каждой глубины или из каждого горизонта пробы берут в 3-4-кратной повторности.

Проведение анализа. Перед отбором почвенных образцов пустые металлические цилиндры предварительно взвешивают на лабораторных весах (m_u). После того как взяты образцы, в лаборатории цилиндры с почвой взвешивают на лабораторных весах (m_n). Плотность почвы (ρ_V) рассчитывают по формуле:

$$\rho_V = \frac{m}{V},$$

где: ρ_V – плотность почвы, г/см³;

m – масса абсолютно-сухой почвы в цилиндре, г;

V – объём цилиндра, см³.

Массу абсолютно-сухой почвы в цилиндре вычисляют по формуле:

$$m = \frac{m_1 \cdot 100}{(100+W)},$$

где: m_1 – масса почвы при полевой влажности
(рассчитывается как $m_1 = m_n - m_u$);

W – полевая влажность, %.

Объем цилиндра вычисляют по формуле:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h,$$

где: π – 3,14;

r – внутренний радиус цилиндра, см;

h – высота почвы в цилиндре, см.

Цилиндр с почвой использовать для определения в дальнейшем влагоёмкости почвы.

Форма записи в лабораторном журнале

Номер разреза _____, дата отбора проб _____, дата анализа _____

| Гори- зонг | Глу- бина | Цилиндр | | | | | W, % | m ₁ , г | m, г | ρ _v , г/см ³ |
|---------------|--------------|---------|----------------|----------|-------------------------------------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|---------------------------------------|
| | | номер | диаметр, см | h, см | V _ц , см ³ | m _ц , г | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Почву считают рыхлой, если плотность гумусовых горизонтов равна 0,90-0,95, нормальной – 0,95-1,15, уплотнённой – 1,15-1,25 и сильноуплотнённой – более 1,25 г/см³.

2.5 Определение капиллярной влагоёмкости почвы

Капиллярная влагоёмкость – максимальное количество влаги в почве, удерживаемое над уровнем грунтовых вод капиллярными (менисковыми) силами. Величина капиллярной влагоёмкости зависит от того, на какой высоте от зеркала грунтовых вод находится слой почвы: чем меньше эта высота, тем больше капиллярная влагоёмкость. Величина её обусловлена общей и капиллярной пористостью, плотностью.

С капиллярной влагоёмкостью связано важное в агрономической практике понятие *капиллярной каймы* – слоя подпёртой влаги между уровнем грунтовых вод и верхней границей фронта смачивания почвы.

Метод основан на насыщении почвенного образца капиллярно-подпёртой водой, водой, с последующим гравиметрическим определением капиллярной влагоёмкости.

Проведение анализа. Металлический цилиндр с почвой после определения плотности ставят сетчатым дном вниз в ванночку на подставки, покрытые фильтровальной бумагой. Концы фильтровальной бумаги с подставки опущены в воду, налитую на дно ванночки. Вода через фильтровальную бумагу поступает в почву цилиндра. Таким образом происходит капиллярное насыщение почвы водой.

После насыщения цилиндр снимают, вытирают и взвешивают. В условиях лаборатории капиллярное насыщение определяют при наличии влажной поверхности почвы в цилиндре.

Капиллярную влагоёмкость (КВ) вычисляют по формуле:

$$КВ = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100,$$

где: КВ – капиллярная влагоёмкость (доля массы абсолютно-сухой почвы), %;
 m_1 – масса почвы после насыщения водой (масса цилиндра с почвой минус масса пустого цилиндра), г;
 m_2 – масса абсолютно-сухой почвы (берут из расчёта по определению плотности почвы), г.

Форма записи в лабораторном журнале

Номер разреза _____, дата отбора проб _____, дата анализа _____

| Горизонт | Глубина, см | Номер цилиндра | Масса, г | | | | КВ, % |
|----------|-------------|----------------|-----------------------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------|-------|
| | | | цилиндра с почвой после насыщения | пустого цилиндра | почвы в цилиндре после насыщения | абсолютно сухой почвы | |
| | | | | | | | |

2.6 Определение полной влагоёмкости почвы

Полной влагоёмкостью (водовместимостью) называется максимальное количество воды, которое удерживается в почве в состоянии полного насыщения при условии заполнения всех пор водой. Величина её в объёмных процентах совпадает с общей скважностью почвы. Несовпадение этих величин свидетельствует о наличии заземлённого воздуха в почве (5-8 % объёма почвы).

Проведение анализа. Металлический цилиндр после определения капиллярной влагоёмкости с открытой верхней крышкой помещают в глубокую кристаллизационную чашку на отрезки стеклянных палочек и наливают воду с таким расчётом, чтобы вода на 1-2 см была выше почвы в цилиндре и оставляют на сутки. Через сутки, не вынимая из воды, цилиндр сверху закрывают крышкой и переворачивают. Затем вынимают цилиндр из воды, снимают сетчатое доньшко, закрывают крышкой, протирают фильтровальной бумагой и взвешивают на технoхимических весах. Для проверки полноты насыщения цилиндр вновь помещают на сутки в чашку с водой и повторно взвешивают.

Полную влагоёмкость (ПВ) рассчитывают по формуле:

$$ПВ = \frac{m_1 - m}{m_2} \cdot 100,$$

где: ПВ – полная влагоёмкость, % массы абсолютно-сухой почвы;
 m – масса абсолютно-сухой почвы в цилиндре, г;

m_1 – масса почвы после насыщения водой (масса цилиндра с почвой минус масса пустого цилиндра), г;

m_2 – масса абсолютно-сухой почвы, г.

Форма записи в лабораторном журнале

Номер разреза _____, дата отбора проб _____, дата анализа _____

| Горизонт | Глубина, см | Номер цилиндра | Масса, г | | | | ПВ, % | |
|----------|-------------|----------------|-----------------------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|
| | | | цилиндра с почвой после насыщения | пустого цилиндра | почвы в цилиндре после насыщения | абсолютно сухой почвы | лабораторный метод | расчётный метод |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Полную влагоёмкость (доля массы абсолютно-сухой почвы, %) также можно найти расчётным способом по формуле:

$$ПВ = \frac{d - d_v}{d \cdot d_v} \cdot 100,$$

где: ПВ – полная влагоёмкость (доля массы абсолютно-сухой почвы), %;

d – плотность твёрдой фазы почвы, г/см³;

d_v – плотность почвы, г/см³.

Использованная и рекомендуемая литература

1. Новицкий М. В. Лабораторно практические занятия по почвоведению / М. В. Новицкий, И. Н. Донских, Д. В. Чернов и др. – СПб. : Проспект науки, 2009. – 320 с.
2. Ганжара Н. Ф. Практикум по почвоведению / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, З. Ф. Байбеков. – М. : Агроконсалт, 2002. – 280 с.
3. Почвы Удмуртской Республики: моногр. / В. П. Ковриго. – Ижевск: РИО ИжГСХА, 2004, 2010. – 420 с
4. Почвоведение с основами геологии: учебник / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова; под ред. В. П. Ковриго; ред. А. С. Максимова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : КолосС, 2008. – 439 с.
5. ГОСТ 17.4.2.03 86. Охрана природы. Почвы. Паспорт почв. – Москва: Стандартинформ, 2008.
6. ОСТ 56-81-84. Полевые исследования почвы. Порядок и способы определения работ. Основные требования к результатам. (утв. приказом Гослесхоза СССР от 12 октября 1984 г. N 140).

3 АНАЛИЗ ПОЧВЕННЫХ ПРОБ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

3.1 Подготовка лабораторных почвенных проб при проведении агрохимических анализов

В зависимости от целей исследований используют разные методы подготовки лабораторных проб. Существуют ограничения по пробоподготовке при определении следующих показателей почвы: гумуса и общего азота; нитратов; гранулометрического состава и структуры; максимальной гигроскопической влажности; микробиологического состава и др.

При определении основных агрохимических показателей почвы (pH_{KCl} , гидролитической кислотности, суммы обменных оснований, содержание подвижных форм фосфора, калия, кальция, магния и др.) используют следующую методику.

Свежеотобранные почвенные средние пробы для анализа высушивают до воздушно-сухого состояния в проветриваемом помещении. Для этого почву рассыпают на листе бумаги, пинцетом удаляют включения (неразложившиеся корни и растительные остатки, камни, новообразования). Выдерживают пробы в таком состоянии несколько суток. Для экспресс-анализа допускается высушивание в сушильном шкафу при температуре 40 °С.

Далее пробы измельчают и пропускают через сито с круглыми отверстиями диаметром 1-2 мм. Измельчение проводится с использованием фарфоровой ступки с пестиком или почвенной мельницы. Подготовленные лабораторные пробы хранят в матерчатых мешочках, бумажных или полиэтиленовых пакетах или в специальных контейнерах. Лабораторной пробе присваивается индивидуальный номер, используемый в последствие при оформлении лабораторного журнала.

Для выполнения анализа пробу из коробки отбирают шпателем или ложкой, предварительно перемешав почву на всю глубину коробки. Из пакетов лабораторную пробу высыпают на ровную поверхность, тщательно перемешивают, распределяют слоем не более 1 см и отбирают не менее чем из пяти точек аналитическую пробу необходимой массы.

3.2 Определение полевой и гигроскопической влажности почвы

Метод основан на высушивании пробы почвы при температуре 100-105 °С с последующим гравиметрическим определением влажности по массе испарившейся влаги.

Проведение анализа. Чистые пронумерованные алюминиевые бюксы сушат в шкафу при температуре (105 ± 2) °С в течение 1 ч, вынимают из шкафа, охлаждают в эксикаторе с хлористым кальцием и взвешивают с погрешностью не более 0,01 г.

Среднюю почвенную пробу, поступившую в лабораторию на анализ для определения *полевой влажности*, извлекают из транспортной тары (стеклянная или полимерная ёмкость) и тщательно перемешивают. Методом квартования из неё отбирают две аналитические пробы массой 15-50 г каждая (чем ниже влажность, тем больше масса пробы). Анализируемые почвенные пробы, взвешенные на лабораторных весах с погрешностью не более 0,01 г, помещают бюксы и закрывают их крышками. Допускается проведение этого элемента анализа в полевых условиях. При этом алюминиевые бюксы должны быть подготовлены к анализу в лаборатории заблаговременно. Транспортировка почвенных образцов должна выполняться в специальных контейнерах, исключающих потери почвы и почвенной влаги. Время от отбора средних почвенных проб и взвешиванием аналитических проб в лаборатории не должно превышать 4 четырёх часов.

Пробы почвы для определения *гигроскопической влажности* массой 20-25 г отбирают способом квартования из лабораторной пробы в воздушно-сухом состоянии растёртого и просеянного сквозь сито. Взвешивают с погрешностью не более 0,01 г.

Бюксы открывают и вместе с крышками помещают в нагретый сушильный шкаф. Почву высушивают до постоянной массы при температуре $(105 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Время высушивания до первого взвешивания: песчаных почв – 3 ч, других – 5 ч. Время последующего высушивания: песчаных почв 1 ч; других – 2 ч.

После каждого высушивания бюксы с почвой закрывают крышками, охлаждают в эксикаторе и взвешивают с погрешностью не более 0,01 г. Высушивания и взвешивания прекращают, если разность между повторными взвешиваниями не превышает 0,1 г.

Почвы с высоким содержанием органического вещества могут при повторных взвешиваниях иметь большую массу, чем при предыдущих, из-за окисления органического вещества при высушивании. В таких случаях для расчётов следует брать наименьшую массу.

Обработка результатов. Расчёт полевой и гигроскопической влажности почв (W) в процентах проводят по формуле:

$$W = \frac{(m_2 - m_3) \cdot 100}{m_3 - m_1},$$

где m_1 – масса пустого бюкса, г.

m_2 – масса бюкса с почвой при естественной влажности, г;

m_3 – масса бюкса с почвой после просушивания, г.

Допускаемые относительные отклонения результатов параллельных определений от их среднего арифметического при доверительной вероятности $P = 0,95$ составляют (процент от измеряемой величины): 5 % при влажности почв до 10 % и 3 % при влажности почв более 10 %.

Для пересчёта результатов анализа воздушно-сухой почвы на абсолютно-сухую используется коэффициент гигроскопической влажности (KW_G). Он рассчитывается по формуле:

$$KW_G = \frac{100 + W_G}{100},$$

где: W_G –гигроскопическая влажность в почве, %.

Форма записи в лабораторном журнале

дата отбора проб _____, дата анализа _____
дополнительные условия анализа _____

| Вариант | Номер лабораторный | Повторность | Номер бюкса и крышки | Масса бюкса, г | | | | Влажность почвы, % | Коэффициент гигроскопической влажности |
|---------|--------------------|-------------|----------------------|----------------|-------------------|--------------------------------|---|--------------------|--|
| | | | | пустого | с почвой до сушки | с почвой после сушки по срокам | | | |
| | | | | | | 1 | 2 | | |
| | | 1 | | | | | | | |
| | | 2 | | | | | | | |

3.3 Определение максимальной гигроскопической влагоёмкости почвы

Метод основан на насыщении почвы гигроскопической влагой при высокой относительной влажности воздуха (до 98 %) с последующим гравиметрическим определением максимальной гигроскопической влажности по массе испарившейся влаги.

Подготовка лабораторной пробы. Из средней пробы, поступившей на анализ, пинцетом удаляют крупные растительные остатки (стебли, дернина, крупные корни и т. д.). Почву высушивают на открытом воздухе до воздушно-сухого состояния, измельчают вручную в ступке пестиком с резиновым наконечником. Минеральную почву допускается измельчать на специальных мельницах. Измельчённую почву просеивают через пробивное сито с отверстиями диаметром 1 мм.

Проведение анализа. Чистые пронумерованные бюксы сушат в шкафу, охлаждают в эксикаторе с хлористым кальцием и взвешивают с погрешностью до 0,001 г. Из измельчённой и просеянной почвы методом квартования отбирают две аналитические пробы массой 10-15 г каждая.

Аналитические пробы помещают в предварительно пронумерованные, высушенные и взвешенные бюксы, подбирая диаметр бюксов таким

образом, чтобы слой почвы в них не превышал 4 мм. Взвешивают почвенные пробы с боксом с погрешностью не более 0,001 г.

Бюксы с почвой без крышек помещают в эксикатор с насыщенным раствором сернокислого калия для насыщения почвы парами воды. Крышку эксикатора закрывают герметично, добиваясь зеркального блеска поверхности шлифов. Для предотвращения конденсации паров воды при резких колебаниях температуры в помещении эксикатор помещают в теплоинерционную защиту (пенопластовая оболочка и др.). Допускается насыщение почвы в вакуумных эксикаторах или в вакуумных шкафах.

Первое взвешивание бюксов с почвой производят через 15 сут после начала насыщения. Для этого открывают эксикатор, закрывают бюкс с почвой крышками и взвешивают их с погрешностью не более 0,001 г. Затем крышки снимают и стаканчики с почвой снова помещают в эксикатор с раствором сернокислого калия для дополнительного насыщения.

Повторные взвешивания производят через каждые 5 дней. Насыщение почвы влагой считают законченным, если разность масс при повторных взвешиваниях составляет не более 0,005 г. После окончания насыщения определяют влажность почвы, но при этом взвешивание производят с погрешностью не более 0,001 г.

Обработка результатов. Максимальную гигроскопическую влагоёмкость вычисляют по формулам, приведённым в подразделе 3.2.

За результат анализа принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений. Вычисление проводят до третьего десятичного знака с последующим округлением результата до второго десятичного знака.

Допускаемые относительные отклонения результатов параллельных определений от их среднего арифметического при доверительной вероятности $P = 0,95$ составляют (процент от измеряемой величины): 7 % при влажности почв до 5 % и 5 % при влажности почв более 5 %.

Форма записи в лабораторном журнале

дата отбора проб _____, дата анализа _____

дополнительные условия анализа _____

| Вариант | Номер лабораторный | Повторность | Номер бюкса и крышки | Масса бюкса, г | | | | | | | | Максимальная гигроскопическая влагоёмкость почвы, % | | |
|---------|--------------------|-------------|----------------------|----------------|-----------------------|----------------------------------|---|---|---|--------------------------------|---|---|---|---|
| | | | | пустого | с почвой до насыщения | с почвой при насыщении по срокам | | | | с почвой после сушки по срокам | | | | |
| | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | | 3 | 4 |
| | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | | | | | | | | | |

3.4 Определение плотности почвы

Под плотностью почвы понимают массу твёрдой фазы определённого объёма почвы ненарушенного сложения со всеми присущими этому объёму порами, трещинами, пустотами и пр. Сущность метода заключается в отборе образцы почвы при ненарушенном сложении с использованием цилиндров определённого объёма. Плотность почвы рассчитывается по массе почвы в цилиндре при пересчёте на абсолютно сухое вещество.

Специальные цилиндры имеет заострённые режущие нижние края и комплектуются двумя крышками. Используют цилиндры различного объёма и материала корпуса в зависимости от твёрдости исследуемой почвы. Предварительно измеряют внутренний диаметр и высоту цилиндра.

Проведение анализа. На территории исследуемого участка выделяют типичную площадку площадью 1-2 м², на которой отбирают пять проб с глубины 0-10 см алюминиевым цилиндром ($h = 8-10$ см; $\varnothing = 7-9$ см). Предварительно с места взятия проб срезают растения, а поверхность почвы выравнивают. На подготовленную поверхность ставят цилиндр, закрывают его сверху небольшой деревянной доской и погружают в почву, надавливая рукой или небольшим пристукиванием молотком. Цилиндр должен полностью заполниться почвой без её уплотнения. Цилиндр сверху закрывают крышкой, окапывают вокруг ножом и вынимают. Далее переворачивают, срезают излишки почвы ножом вровень с краем цилиндра, очищают боковые стенки.

Потом закрывают цилиндр нижней крышкой, перевернув и отняв верхнюю крышку, пересыпают почву в сухой полиэтиленовый пакет и прикладывают этикетку. Отобранные образцы отправляют в лабораторию для последующих исследований.

Для отбора образца с глубины 10-20 см рядом с первой готовят другую площадку, а первую углубляют до 20 см и в том же порядке берут пробы.

Если на этих глубинах почва окажется плотной, то используются малые стальные цилиндры ($h = 5-8$ см; $\varnothing = 4-6$ см). При взятии пробы необходимо следить, чтобы цилиндр погружался в почву строго вертикально. При перекосе образуется зазор между стенкой цилиндра и почвой и объём взятой почвы не соответствует объёму цилиндра. В таком случае этот образец нужно забраковать и повторить определение.

В лаборатории производят следующие исследования с отобранными образцами:

- 1) выполняют взвешивание образцов почвы в пакетах с погрешностью не более 0,1 г;
- 2) определяют влажность почвы по методике, приведённой в подразделе 3.2.

Обработка результатов. Плотность почвы рассчитывают по формуле:

$$d = \frac{m}{V},$$

где: d – плотность почвы, г/см³;

m – масса абсолютно сухой почвы в патроне, г;

V – объём патрона, см³.

Массу сухой почвы в патроне (m) вычисляют по формуле:

$$m = m_1 \cdot \frac{(100)}{(100 + W)},$$

где: m_1 – масса почвы при полевой влажности, г;

W – полевая влажность, %.

Объём патрона вычисляют по формуле:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h,$$

где: π – 3,14;

r – радиус патрона, см;

h – высота патрона, см.

Форма записи в лабораторном журнале

дата отбора проб _____, дата анализа _____
дополнительные условия анализа _____

| Вариант | Номер лабораторный | Повторность | Размеры цилиндра, см | | Масса, г | | Влажность почвы, % | Плотность почвы |
|---------|--------------------|-------------|----------------------|--------|------------------------|------------------------|--------------------|-----------------|
| | | | диаметр | высота | образца почвы в пакете | полиэтиленового пакета | | |
| | | 1 | | | | | | |
| | | 2 | | | | | | |
| | | 3 | | | | | | |

3.5 Определение рН_{КСІ} почвы и приготовление солевой вытяжки для определения содержания обменных катионов и анионов

Метод основан на извлечении обменных катионов раствором 1 н КСІ при соотношении почвы к раствору 1 : 2,5 и потенциометрическим определением рН раствора с использованием стеклянного электрода. Вытяжка может быть использована для определения обменной кислотности, а также анализов на содержание в почве подвижных форм NH₄⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Mn²⁺, Al³⁺, NO₃⁻, SO₄²⁻.

Проведение анализа. Пробу воздушно-сухой почвы массой 10 г взвешивают с погрешностью не более 0,1 г и пересыпают в химический стакан на 50-100 см³. К пробе мерным цилиндром приливают 25 см³ экстрагирующего раствора 1 н КСl. Перемешивают на магнитной мешалке 1 мин. Погружают электроды рН-метра в суспензию и измеряют величину рН. Показания прибора считывают не ранее чем через 1 мин. после погружения электродов.

Обработка результатов. За результат анализа принимают значение единичного определения рН. Значения рН считывают со шкалы прибора с точностью 0,01 ед. рН.

Допускаемые отклонения от среднего арифметического результатов повторных анализов при выборочном статистическом контроле при вероятности $P = 0,95$ составляют 0,2 единицы рН.

Форма записи в лабораторном журнале

дата отбора проб _____, дата анализа _____
 Навеска, _____ г, 1 н КСl _____ см³, рН 1 н КСl _____,
 время экстракции: взбалтывание _____ мин, отстаивание _____ часов
 дополнительные условия анализа _____

| Вариант | Номер лабораторный | Повторность | рН |
|---------|--------------------|-------------|----|
| | | | |

Фильтрование суспензий. После измерения рН суспензии оставляют на 18-24 ч, затем перемешивают на электромеханической мешалке в течение 1 мин. и фильтруют через бумажные фильтры. Первую мутную порцию фильтрата объёмом 10-15 см³ отбрасывают. Допускается вместо настаивания проб почв с раствором хлористого калия в течение 18-24 ч проводить перемешивание суспензий на встряхивателе или ротаторе в течение 1 ч.

Фильтраты используют для последующего анализа. При определении всех показателей отбирают соответствующие пробы фильтрата холодного опыта и проводят их через все стадии анализов.

3.6 Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО

Метод основан на вытеснении поглощённых ионов водорода раствором 1 н ацетата натрия при соотношении почвы к раствору 1 : 2,5 и потенциометрическим определением рН раствора с использованием стеклянного электрода с водородной функцией.

Проведение анализа. Пробу почвы массой 10 г взвешивают с погрешностью не более 0,1 г и пересыпают в химический стакан вместимостью 50-100 см³. К пробе мерным цилиндром приливают 25 см³ экстрагирующего раствора 1 н СН₃СООNa. Почву с раствором перемешивают на электромеханической мешалке в течение 5 мин и отстаивают 18-24 часа.

Электроды рН-метра погружают в суспензию и измеряют величину рН. Показания прибора считывают с точностью до сотых долей не ранее чем через 1 мин после погружения электродов в суспензию.

Обработка результатов. Величину гидролитической кислотности почвы следует рассчитать по переводной таблице 6.

Таблица 6 – Перевод рН-ацетатной вытяжки в единицы гидролитической кислотности ммоль/100 г почвы (соотношение 1 : 2,5)

| рН суспензии | Сотые доли рН | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
| 6,0 | 17,3 | 16,9 | 16,6 | 16,2 | 15,8 | 15,5 | 15,2 | 14,9 | 14,5 | 14,2 |
| 6,1 | 13,9 | 13,6 | 13,3 | 13,1 | 12,8 | 12,5 | 12,2 | 12,0 | 11,7 | 11,5 |
| 6,2 | 11,2 | 11,0 | 10,8 | 10,5 | 10,3 | 10,1 | 9,84 | 9,64 | 9,44 | 9,23 |
| 6,3 | 9,04 | 8,83 | 8,65 | 8,45 | 8,28 | 8,11 | 7,92 | 7,76 | 7,59 | 7,41 |
| 6,4 | 7,28 | 7,11 | 6,97 | 6,81 | 6,69 | 6,53 | 6,38 | 6,25 | 6,11 | 5,98 |
| 6,5 | 5,85 | 5,73 | 5,61 | 5,48 | 5,37 | 5,25 | 5,14 | 5,03 | 4,92 | 4,82 |
| 6,6 | 4,71 | 4,61 | 4,52 | 4,42 | 4,32 | 4,23 | 4,14 | 4,05 | 3,96 | 3,82 |
| 6,7 | 3,79 | 3,71 | 3,63 | 3,56 | 3,48 | 3,40 | 3,33 | 3,26 | 3,19 | 3,13 |
| 6,8 | 3,05 | 2,99 | 2,92 | 2,86 | 2,80 | 2,74 | 2,68 | 2,62 | 2,57 | 2,52 |
| 6,9 | 2,46 | 2,41 | 2,35 | 2,31 | 2,25 | 2,21 | 2,16 | 2,11 | 2,07 | 2,02 |
| 7,0 | 1,98 | 1,94 | 1,90 | 1,86 | 1,82 | 1,78 | 1,74 | 1,70 | 1,67 | 1,63 |
| 7,1 | 1,60 | 1,56 | 1,53 | 1,50 | 1,46 | 1,43 | 1,40 | 1,37 | 1,34 | 1,31 |
| 7,2 | 1,28 | 1,26 | 1,23 | 1,20 | 1,18 | 1,15 | 1,13 | 1,10 | 1,08 | 1,06 |
| 7,3 | 1,03 | 1,01 | 0,99 | 0,97 | 0,95 | 0,93 | 0,91 | 0,89 | 0,87 | 0,85 |
| 7,4 | 0,83 | 0,81 | 0,80 | 0,78 | 0,76 | 0,75 | 0,73 | 0,72 | 0,70 | 0,68 |
| 7,5 | 0,67 | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 0,61 | 0,60 | 0,59 | 0,58 | 0,56 | 0,55 |
| 7,6 | 0,54 | 0,53 | 0,52 | 0,51 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,46 | 0,45 | 0,44 |
| 7,7 | 0,43 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,37 | 0,37 | 0,36 |
| 7,8 | 0,35 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,30 | 0,29 | 0,29 |
| 7,9 | 0,28 | 0,28 | 0,27 | 0,26 | 0,26 | 0,25 | 0,25 | 0,24 | 0,24 | 0,23 |

Форма записи в лабораторном журнале

дата отбора проб _____, дата анализа _____

Навеска, ___ г, 1 н CH_3COONa ___ см^3 , рН 1 н CH_3COONa _____,

время экстракции: взбалтывание _____ мин, отстаивание _____ часов

дополнительные условия анализа _____

| Вариант | Номер лабораторный | Повторность | рН раствора | Нг, ммоль/100 г |
|---------|--------------------|-------------|-------------|-----------------|
| | | | | |

3.7 Определение суммы поглощённых оснований по методу Каппена

Метод основан на вытеснении поглощённых катионов оснований титрованной соляной кислотой и последующим титриметрическим определением остатка кислоты, не вступившей в реакцию.

Проведение анализа. Пробу почвы массой 10 г (для окультуренных дерново-подзолистых почв – 5 г) взвешивают с погрешностью не более

0,1 г и пересыпают в коническую колбу вместимостью 100-200 см³. К пробе приливают мерным цилиндром по 50 см³ 0,1 н раствора титрованной соляной кислоты.

Почвенную суспензию перемешивают в течение 1 ч на ротаторе и оставляют на 18-24 ч. Далее раствор взбалтывают вручную и фильтруют через бумажные фильтры.

Для анализа отбирают пипеткой 25 см³ фильтрата в коническую колбу вместимостью 100 см³ и добавляют 2-3 капли фенолфталеина. Фильтрат титруют 0,1 н раствором гидроокиси натрия до появления бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

Аналогично проводят титрование 25 см³ 0,1 н раствора соляной кислоты (холостое определение).

Обработка результатов. Сумму поглощённых оснований (S) в миллимолях на 100 г почвы вычисляют по формуле:

$$S = \frac{(V_0 - V) \cdot c \cdot 100}{m},$$

где: V_0 – объём раствора гидроокиси натрия, израсходованный на титрование пробы соляной кислоты (холостое определение), см³;

V – объём раствора гидроокиси натрия, израсходованный на титрование пробы вытяжки, см³;

c – концентрация раствора гидроокиси натрия, ммоль/дм³ (нормальность раствора);

100 – коэффициент пересчёта на 100 г почвы;

m – масса навески почвы, соответствующая взятому для титрования объёму фильтрата (5), г.

Допускаемые относительные отклонения от среднего арифметического значения результатов двух повторных анализов, выполненных в одной лаборатории, при выборочном контроле воспроизводимости с доверительной вероятностью $P = 0,95$ составляют: 15 % – при сумме поглощённых оснований до 5 ммоль в 100 г почвы; 10 % – свыше 5 ммоль в 100 г почвы.

Форма записи в лабораторном журнале

дата отбора проб _____, дата анализа _____

Навеска, ___ г, Нормальность HCl ___, Нормальность NaOH ___, Время экстракции: взбалтывание ___ мин, отстаивание _____ часов, Объём вытяжки для титрования _____ мл.

Холостое титрование, в мл 1 _____, 2 _____, 3 _____.

дополнительные условия анализа _____

| Вариант | Номер лабораторный | Повторность | Израсходовано на титрование 0,1 н NaOH, мл | S, ммоль/100 г |
|---------|--------------------|-------------|--|----------------|
| | | | | |

3.8 Степень насыщенности почв основаниями

Степенью насыщенности почв основаниями называется отношение суммы обменных оснований к ёмкости поглощения, выраженное в процентах. Величина степени насыщенности почв основаниями показывает, какую часть ёмкости поглощения занимают поглощённые основания.

Вычисление степени насыщенности основаниями производится по данным суммы поглощённых оснований и гидролитической кислотности:

$$V = \frac{S}{(S + H_r)} \cdot 100,$$

где: V – степень насыщенности почвы основаниями, %;

S – сумма поглощённых оснований, ммоль/100 г почвы;

H_2 – гидролитическая кислотность, ммоль/100 г почвы.

3.9 Определение содержания гумуса в почве по методу Тюрина в модификации Симакова

Метод основан на предварительном удалении крупных органических остатков растительного и животного происхождения, окислении оставшегося органического вещества почвы двуххромовокислым калием в сильно-кислой среде, с последующим титриметрическим определением остатка двуххромовокислого калия при взаимодействии с раствором соли Мора и вычислении содержания органического углерода. Содержание гумуса рассчитывается с использованием переводного коэффициента 1,724.

Подготовка лабораторной пробы к анализу. Для определения гумуса пробу почвы массой около 5 г следует отобрать способом квадратов из средней пробы. Взятую пробу необходимо поместить на стекло с подложенной под него бумагой (для фона). Растительные остатки следует тщательно отбирать (под лупой), раздавливая комочки грунта пинцетом. Для ускорения процесса удаления органических остатков из почвы следует пользоваться наэлектризованной пластинкой из органического стекла или эбонитовой палочкой. Сухую пластинку из органического стекла необходимо натереть кусочком шерстяной или суконной ткани и быстро провести её над почвой, распределённым тонким слоем на стекле, следя, чтобы к пластинке не притягивались вместе с растительными остатками глинистые частицы. Пластинку следует держать примерно на 5 см выше слоя почвы

Отобранную пробу следует дополнительно растереть в ступке до размеров частиц, которые полностью проходят через сито с отверстиями сетки 0,25 мм и тщательно перемешать.

Проведение анализа. Величина навески должна быть от 0,05 до 1 г (с погрешностью не более 0,001 г) в зависимости от предполагаемого содержания гумуса в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7 – Зависимость навески почвы от ориентировочного содержания гумуса

| Окраска сухой почвы | Содержание гумуса, % | Величина навески, г |
|-----------------------------------|----------------------|---------------------|
| Очень чёрная или темно-коричневая | 10-15 | 0,05-0,1 |
| Чёрная или коричневая | 7-10 | 0,1-0,15 |
| Темно-серая | 4-7 | 0,15-0,2 |
| Серая | 2-4 | 0,2-0,6 |
| Светло-серая | 1-2 | 0,5-1 |
| Белёсая | Менее 1 | 1,0 |

Пробу почвы следует взвесить на листочке кальки. Массу пробы определить по разности между весом кальки с пробой и весом после пересыпания пробы в сухую коническую колбу объёмом 100 см³. К навеске почвы с помощью бюретки добавить 10 см³ 0,4 н раствора хромовой смеси. **С хромовой смесью работать очень осторожно!** Для повышения точности анализа количество использованного окислителя рекомендуется устанавливать по её массе.

Содержимое в колбе осторожно перемешать круговыми движениями колбы. Колбы закрыть воронками диаметром 3,5 см для охлаждения водяных паров и поставить на горячую электроплитку. Кипячение раствора следует продолжать 5 мин (без выделения пара из воронки), не допуская бурного кипения.

В процессе кипячения окраска раствора должна изменяться из оранжевой в буровато-коричневую. Если появляется зелёная окраска, что говорит о полном израсходовании хромовой кислоты и возможном недостатке её на окисление гумуса, опыт следует повторить, уменьшив навеску почвы.

По окончании кипячения колбу следует снять с плитки, обмыть воронку небольшим количеством воды, дать колбе охладиться до комнатной температуры и провести титрование.

Перед титрованием обмыть горло колбы из промывалки дистиллированной водой (количество воды не должно превышать 20-30 см³), прибавить 5-6 капель 0,2 %-ного раствора фенилантраниловой кислоты и титровать раствором соли Мора (0,2 н) до перехода окраски в бутылочно-зелёную. Раствор соли Мора под конец титрования следует приливать по каплям, все время перемешивая раствор энергичным взбалтыванием.

Перед началом испытания провести опыт без почвы для установления расхода соли Мора на реакцию с раствором двуххромовокислого калия (холостое титрование). В три конические колбы ёмкостью 100 см³ следует налить 10 см³ хромовой смеси, для равномерности кипения прибавить на

кончике тонкого шпателя примерно 0,2 г растёртой в порошок прокалённой пемзы и содержимое в колбах кипятить 5 мин, как указано выше.

После охлаждения прокипячённую хромовую смесь следует титровать 0,2 н раствором соли Мора и определить количество соли Мора, израсходованное на титрование 10 см³ хромовой смеси.

Обработка результатов. Количество гумуса (X) в процентах на абсолютно сухую навеску почвы следует вычислить по формуле:

$$X = \frac{(V - V_1) \cdot k \cdot 0,0006 \cdot 1,724 \cdot 100 \cdot KW_T}{m},$$

где: V – количество раствора соли Мора, израсходованное на холостое титрование 10 см³ хромовой смеси, см³;

V_1 – количество соли Мора, израсходованное на титрование избытка хромовой смеси в опыте, см³;

k – поправочный коэффициент к титру 0,2 н соли Мора;

0,0006 – величина 1 мг-экв. углерода;

1,724 – коэффициент пересчёта содержания органического углерода в содержание гумуса (органического вещества);

KW_T – коэффициент гигроскопической влажности;

m – навеска воздушно-сухой почвы, г.

Количество параллельных определений органических веществ должно быть не менее двух. Погрешность результатов параллельных определений не должна превышать 2,5 % от средней определяемой величины. Если расхождение между результатами двух параллельных определений превышает 2,5 %, количество определений надлежит увеличить до трёх и более.

За окончательный результат анализа следует принимать среднее арифметическое результатов параллельных определений.

Форма записи в лабораторном журнале

дата отбора проб _____, дата анализа _____

Объем 0,4 н бихромата калия _____ см³, Поправка к титру 0,2 н соли Мора _____, Время реакции: _____ мин.

Холостое титрование 10 мл 0,4 н бихромата калия, в мл: 1 _____, 2 _____, 3 _____.

Дополнительные условия анализа _____

| Вариант | Номер лабораторный | Повторность | Навеска, мг | Израсходовано 0,2 н соли Мора, см ³ | Гумус, % |
|---------|--------------------|-------------|-------------|--|----------|
| | | 1 | | | |
| | | 2 | | | |

3.10 Определение содержания подвижного фосфора и калия в почве по методу Кирсанова

Метод основан на извлечении подвижных соединений фосфора и калия из почвы 0,2 н раствором соляной кислоты при соотношении почвы и раствора 1:5. Фосфор определяют в вытяжке колориметрически в виде фосфорно-молибденовой гетерополикислоты, дающей при восстановлении двуххлористым оловом комплексное соединение, окрашенное в голубой цвет (молибденовую синь). Калий определяется методом эмиссионной фотометрии на пламенном фотометре.

Проведение анализа.

Получение вытяжки. Пробу почвы массой 10 г взвешивают с погрешностью не более 0,1 г и пересыпают в стакан вместимостью 50-100 см³. К пробе приливают мерным цилиндром по 50 см³ раствора 0,2 н соляной кислоты. Почвенную суспензию перемешивают в течение 1 мин на ротаторе или вручную и оставляют на 15 мин. После отстаивания раствор взбалтывают вручную и фильтруют через бумажный фильтр в сухую колбу.

Построение градуировочного графика. Для построения графика используют рабочий раствор КН₂Р₀₄, содержащий 0,0025 мг Р₂О₅/см³. Растворы сравнения готовятся в мерных колбах на 50 см³ с добавлением аликвоты рабочего раствора (V) согласно таблице 8.

Таблица 8 – Шкала стандартных растворов для постройки градуировочного графика

| Подвижный фосфор | | | | Обменный калий | | |
|------------------|---|---|---|----------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Номер колбы | Аликвота рабочего раствора (0,0025 мг Р ₂ О ₅ /мл), мл /50 мл | Концентрация, мг Р ₂ О ₅ /л | Показание прибора, оптическая плотность | Номер колбы | Концентрация, мг К ₂ О/л | Показание прибора, мА |
| 1 | 0 | 0 | | 1 | 0 | |
| 2 | 5 | 0,25 | | 2 | 4 | |
| 3 | 10 | 0,5 | | 3 | 8 | |
| 4 | 15 | 0,75 | | 4 | 10 | |
| 5 | 20 | 1,0 | | 5 | 20 | |
| 6 | 30 | 1,5 | | 6 | 40 | |
| 7 | 40 | 2,0 | | 7 | 60 | |
| | | | | 8 | 80 | |
| | | | | 9 | 100 | |

Рабочий раствор отбирают пипеткой, переносят в колбу, разводят до 30-40 см³ водой, добавляют 2 см³ сульфатмолибденовой жидкости из бюретки, 2 капли двуххлористого олова, доводят до метки водой, перемешивают. Выдерживают 15 минут и колориметрируют при длине волны 630 нм (красный светофильтр) и толщине слоя жидкости в кювете 1 см. Повторность двукратная. Данные записывают в лабораторный журнал.

Полученные результаты используют для перевода показания прибора (оптической плотности) в концентрацию фосфора в растворе (мг P_2O_5 /л) по градуировочному графику. График строится на миллиметровой бумаге или с использованием компьютерных программ.

Определение фосфора в вытяжке. Для анализа отбирают пипеткой 2,5 см³ фильтрата в мерную колбу на 50 см³, добавляют последовательно: 30-40 см³ воды; 2 см³ – сульфатмолибденовой жидкости из бюретки; 2 капли $SnCl_2$ – из капельницы. Колбы доводят водой до метки, тщательно перемешивают и проводят колориметрирование на фотоэлектроколориметре через 5 мин после возникновения и стабилизации окраски при длине волны 630 нм (красный светофильтр) и толщине кюветы 10 мм.

Оставшийся фильтрат используют для определения калия на пламенном фотометре.

Обработка результатов. Расчёт содержания подвижного фосфора (X) в почве проводят по формуле:

$$X = \frac{C \cdot V \cdot n}{m} \cdot KW_r,$$

где: X – содержание подвижного фосфора в почве, мг P_2O_5 /кг абсолютно сухой почвы;

C – концентрация фосфора в растворе, мг P_2O_5 /л;

n – степень разбавления раствора (20 раз);

m – навеска почвы, г;

KW_r – коэффициент гигроскопической влажности.

Определение калия в вытяжке. Настроить пламенный фотометр (при длине волны 766,5-769,9 нм) по шкале рабочих растворов с известной концентрацией калия. Начать настройку следует с самой высокой концентрации K_2O (100 мг/л), а затем установить стрелку на ноль по дистиллированной воде и продолжить настройку в порядке роста концентрации шкалы. Данные записывают в лабораторный журнал.

Полученные результаты используют для перевода показания прибора в концентрацию калия в растворе (мг K_2O /л) по градуировочному графику. График строится на миллиметровой бумаге или с использованием компьютерных программ.

Исследуемую почвенную вытяжку (0,2 н HCl) анализируют на пламенном фотометре. Для этого капилляр прибора опускают в фильтрат и после стабилизации показания прибора записывают результат (мА).

Обработка результатов. Расчёт содержания обменного калия (X) в почве проводят по формуле:

$$X = \frac{C \cdot V}{m} \cdot KW_r,$$

где: X – содержание обменного калия в почве, мг K_2O /кг абсолютно сухой почвы;

C – концентрация калия в растворе, мг K_2O /л (находится по градуированному графику);

m – навеска почвы, г;

KW_r – коэффициент гигроскопической влажности.

За результат анализа принимают значение единичного определения. Результат анализа выражают в миллионных долях (мг/кг почвы) с округлением до первого десятичного знака. Допускаемые относительные отклонения от аттестованного значения стандартного образца для доверительной вероятности $P = 0,95$:

- при определении подвижного фосфора: 20 % – при массовой доле в почве до 30 мг P_2O_5 /кг; 15 % – более 30 мг P_2O_5 /кг.
- при определении обменного калия: 15 % – при массовой доле в почве до 120 мг K_2O /кг; 10 % – более 120 мг K_2O /кг.

Форма записи в лабораторном журнале

дата отбора проб _____, дата анализа _____

Навеска, ___ г, Поправка к титру 0,2 н HCl ___, Время экстракции: взбалтывание ___ мин, отстаивание ___ мин. Объем колбы для приготовления окрашенного раствора ___ см³. Объем вытяжки для приготовления окрашенного раствора _____ см³. Время стабилизации окраски растворов _____ мин.

Дополнительные условия анализа _____

| Вариант | Но- мер лабо- ра- тор- ный | По- втор- ность | Показа- ние прибора, оптиче- ская плот- ность | Концен- трация фосфора, мг P_2O_5 /л | Содержа- ние по- движного фосфора, мг P_2O_5 /кг | Показа- ние прибора (ПФМ), мА | Концен- трация калия, мг K_2O /л | Содер- жание обмен- ного ка- лия, мг K_2O /кг |
|---------|---|-----------------------|---|---|--|---|---|--|
| | | 1 | | | | | | |
| | | 2 | | | | | | |

3.11 Определение содержания нитратов ионометрическим методом

Метод основан в извлечении нитратов из почвы раствором алюмокалиевых квасцов с последующим определением нитратов в вытяжке по потенциалу ионселективного и вспомогательного электродов.

Подготовка лабораторной пробы. Отобранные в полевых условиях пробы почвы доводят до воздушно-сухого состояния путём подсушивания при температуре 40 °С в вентилируемом сушильном шкафу. Высушивание необходимо провести не позднее 5 часов после отбора проб. Допускается хранение проб в состоянии естественной влажности не более 2 сут при температуре 1-5 °С, после чего они должны быть высушены.

Пробы в воздушно-сухом состоянии измельчают, пропускают через сито с круглыми отверстиями диаметром 1-2 мм и помещают в коробки или пакеты.

Построение градуировочного графика. Для построения графика используют серию стандартных растворов с $pC NO_3$ от 1 до 4. Электродную пару иономера погружают в стакан раствором сравнения с минимальной концентрацией нитратов ($pC NO_3 = 4$) и считывают показания прибора (ЭДС) в милливольтгах после прекращения заметного дрейфа показаний прибора. Далее продолжают исследования остальных растворов сравнения в порядке повышения их концентрации. Данные записывают в журнал.

Полученные результаты используют для перевода показания прибора (мВ) в концентрацию нитратов в растворе ($pC NO_3$) по градуировочному графику. График строится на миллиметровой бумаге или с использованием компьютерных программ.

Проведение анализа. Пробы почвы массой 20,0 г взвешивают с погрешностью не более 0,1 г и помещают в химические стаканы вместимостью 100-150 см³. К пробам приливают по 50 см³ экстрагирующего 1 % раствора алюмокалиевых квасцов. Далее перемешивают на электромеханической или магнитной мешалке в течение 3 мин.

Электродную пару иономера погружают в суспензию и считывают показания прибора (мВ) не ранее, чем через 1 мин после прекращения заметного дрейфа показаний прибора.

Обработка результатов. Массовую долю азота нитратов в миллионных долях (мг N-NO₃/кг) в почве определяют по величине $pC NO_3$ с помощью переводной таблицы 9.

Таблица 9 – Пересчёт $pC NO_3$ в массовую долю азота нитратов в почве, млн⁻¹ (мг/кг)

| $pC NO_3$ | Сотые доли $pC NO_3$ | | | | | | | | | |
|-----------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
| 2,5 | 109 | 107 | 105 | 102 | 100 | 97,7 | 95,5 | 93,3 | 91,2 | 89,1 |
| 2,6 | 87,1 | 85,1 | 83,2 | 81,3 | 79,4 | 77,6 | 75,9 | 74,1 | 72,4 | 70,8 |
| 2,7 | 69,2 | 67,6 | 66,1 | 64,6 | 63,1 | 61,7 | 60,3 | 58,9 | 57,5 | 56,2 |
| 2,8 | 55,0 | 53,7 | 52,5 | 51,3 | 50,1 | 49,0 | 47,9 | 46,8 | 45,7 | 44,7 |
| 2,9 | 43,6 | 42,7 | 41,7 | 40,7 | 39,8 | 38,9 | 38,0 | 37,2 | 36,3 | 35,5 |
| 3,0 | 34,7 | 33,9 | 33,1 | 32,4 | 31,6 | 30,9 | 30,2 | 29,5 | 28,8 | 28,2 |
| 3,1 | 27,5 | 26,9 | 26,3 | 25,7 | 25,1 | 24,6 | 24,0 | 23,4 | 22,9 | 22,4 |
| 3,2 | 21,9 | 21,4 | 20,9 | 20,4 | 20,0 | 19,5 | 19,1 | 18,6 | 18,2 | 17,8 |
| 3,3 | 17,4 | 17,0 | 16,6 | 16,2 | 15,9 | 15,5 | 15,1 | 14,8 | 14,5 | 14,1 |
| 3,4 | 13,8 | 13,5 | 13,2 | 12,9 | 12,6 | 12,3 | 12,0 | 11,8 | 11,5 | 11,2 |
| 3,5 | 11,0 | 10,7 | 10,5 | 10,2 | 10,0 | 9,80 | 9,60 | 9,30 | 9,10 | 8,90 |
| 3,6 | 8,70 | 8,50 | 8,30 | 8,10 | 7,90 | 7,80 | 7,60 | 7,40 | 7,20 | 7,10 |
| 3,7 | 6,90 | 6,80 | 6,60 | 6,50 | 6,30 | 6,20 | 6,00 | 5,90 | 5,80 | 5,60 |
| 3,8 | 5,50 | 5,40 | 5,20 | 5,10 | 5,00 | 4,90 | 4,80 | 4,70 | 4,60 | 4,50 |
| 3,9 | 4,40 | 4,30 | 4,20 | 4,10 | 4,00 | 3,90 | 3,80 | 3,70 | 3,60 | 3,50 |
| 4,0 | 3,50 | 3,40 | 3,30 | 3,20 | 3,20 | 3,10 | 3,00 | 3,00 | 2,90 | 2,80 |

За результат анализа принимают значение единичного определения. Результат анализа выражают в миллионных долях (мг/кг почвы) с округлением до первого десятичного знака. Допускаемые относительные отклонения при двусторонней доверительной вероятности $P = 0,95$ от среднего арифметического результатов повторных анализов при выборочном статистическом контроле составляют: 20 % – при массовой доле азота нитратов в почве до 10 мг/кг; 15 % – более 10 мг/кг.

Форма записи в лабораторном журнале

дата отбора проб _____, дата анализа _____

Навеска, ___ г, Время экстракции: взбалтывание ___ мин.

Дополнительные условия анализа _____

Шкала растворов сравнения для построения градуировочного графика

| Характеристика раствора | Номер раствора сравнения | | | |
|---------------------------------|--------------------------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Концентрация, ρNO_3 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Показание прибора, мВ | | | | |

| Вариант | Повторность | Номер лабораторный | Показание прибора, мВ | Концентрация нитратов в растворе, ρNO_3 | Содержание нитратного азота, мг N-NO ₃ /кг |
|---------|-------------|--------------------|-----------------------|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |

3.12 Определение обменного аммония

Метода основан на извлечении аммония из почвы 1 н KCl и получении оранжевого комплекса при взаимодействии с реактивом Несслера с солями аммония. Предельная концентрация, допускающая определение аммония, не должна превышать 0,15 мг N-NH₄ в 100 см³. Определению аммония мешают присутствующие в почвенных вытяжках катионы Ca²⁺ и Mg²⁺, для устранения которых в вытяжку вносят сегнетову соль.

Проведение анализа.

Приготовление вытяжки из почвы. Для анализа используют фильтраты вытяжек, приготовленных по пункту 3.5 в 1,0 н хлоркалиевой вытяжке.

Построение градуировочного графика. Для построения графика используют рабочий раствор, содержащий 0,005 мг N-NH₄/см³. Растворы сравнения готовятся в мерных колбах на 50 см³ с добавлением аликвоты рабочего раствора (V) согласно таблице 5. Рабочий раствор отбирают пипеткой, переносят в колбу, разводят до 30-40 см³ безаммиачной дистиллированной водой, добавляют 2 см³ 25 % раствора сегнетовой соли из

бюретки и перемешивают. Далее из бюретки приливают 2 см³ реактива Несслера, доводят до метки водой, перемешивают, выдерживают 10 минут и определяют оптическую плотность растворов на фотоэлектроколориметре при длине волны 425 нм (синий светофильтр) и толщине слоя жидкости в кювете 2 или 3 см. Повторность двукратная. Данные записывают в лабораторный журнал.

Полученные результаты используют для перевода показания прибора (оптической плотности) в концентрацию аммонийного азота в растворе (мг N-NH₄/дм³) по градуировочному графику. График строится на миллиметровой бумаге или с использованием компьютерных программ.

Определение аммонийного азота. Прежде, чем приступить к определению аммония, делают пробу на содержание его в исследуемой вытяжке. Для этого в пробирки приливают 5 см³ вытяжки, добавляют 2 капли сегнетовой соли и такое же количество реактива Несслера. Если выпадает осадок или окраска вытяжки становится буро-жёлтой, её следует разбавить (записав величину разбавления) и снова повторить испытание. Окраска раствора должна быть жёлтой светлого оттенка без признаков опалесценции.

В зависимости от содержания обменного аммония в почве 2,5-15 см³ фильтрата (чем ниже концентрация NH₄, тем больший объём фильтрата используют) помещают в мерную колбу вместимостью 50 см³, добавляют безаммиачной дистиллированной воды до объёма 35-40 см³, прибавляют 2 см³ раствора 25 % сегнетовой соли из бюретки и хорошо перемешивают. Затем приливают по 2 см³ реактива Несслера и снова тщательно перемешивают. Если появляется опалесценция, в колбу добавляют ещё 4 см³ сегнетовой соли, чтобы получить прозрачный раствор. После этого доводят раствор дистиллированной водой до метки, закрывают чистой пробкой и перемешивают, перевёртывая колбу 5–6 раз. Для развития окраски колбу оставляют на 10 минут и приступают к измерению оптической плотности раствора с помощью фотоэлектроколориметра при длине волны 425 нм и толщине слоя жидкости в кювете 2 или 3 см.

Обработка результатов. Расчёт содержания обменного аммонийного азота (X) в почве проводят по формуле:

$$X = \frac{C \cdot V \cdot n}{m} \cdot KW_{\Gamma},$$

где: X – содержание аммонийного азота в почве, мг N-NH₄/кг а. с. в.;
 C – концентрация аммонийного азота в растворе, мг N-NH₄/дм³;
 n – степень разбавления раствора;
 m – масса навески, г;
 KW_{Γ} – коэффициент гигроскопичности.

За результат анализа принимают среднее значение двукратного определения аммония. Допускаемые относительные отклонения от среднего арифметического результатов повторных анализов при доверительной вероятности $P = 0,95$ составляют 25 % при массовой доле азота аммония в почве до 10 мг/кг, 15 % – 10-30 мг/кг, 10 % – более 30 мг/кг.

Форма записи в лабораторном журнале

дата отбора проб _____, дата анализа _____
 Навеска, ___ г, Время экстракции: взбалтывание ___ мин, отстаивание ___ мин. Объем колбы для приготовления окрашенного раствора ___ мл, Объем вытяжки для приготовления окрашенного раствора _____ мл, Время стабилизации окраски растворов _____ мин.
 Дополнительные условия анализа _____

Шкала стандартных растворов для построения градуировочной кривой

| Номер колбы | Аликвота рабочего раствора (0,005 мг N-NH ₄ /мл), мл/50 мл | Концентрация азота в растворе, мг N-NH ₄ /л | Показание прибора, оптическая плотность | | |
|-------------|---|--|---|---|---------|
| | | | 1 | 2 | среднее |
| 1 | 0 | 0 | | | |
| 2 | 1 | 0,1 | | | |
| 3 | 2,5 | 0,25 | | | |
| 4 | 5 | 0,5 | | | |
| 5 | 7,5 | 0,75 | | | |
| 6 | 10 | 1 | | | |
| 7 | 12,5 | 1,25 | | | |
| 8 | 15 | 1,5 | | | |

| Вариант | Номер лабораторный | Повторность | Показание прибора, оптическая плотность | Концентрация азота в растворе, мг N-NH ₄ /л | Содержание аммонийного азота, мг N-NH ₄ /кг |
|---------|--------------------|-------------|---|--|--|
| | | 1 | | | |
| | | 2 | | | |

3.13 Определение гранулометрического состава почвы

Упрощенный пипеточный метод определения массовой доли физической глины. Гранулометрический состав почв определяют по массе содержания в них частиц различной крупности, выраженное в процентах по отношению к массе сухой пробы почвы, взятой для анализа.

Метод основан на отборе пипеткой равномерно взмученной почвенной суспензии (объем 1000 мл) с глубины 10 см через определённые промежутки времени. Определение количества почвенных частиц размером < 0,01 мм осуществляется исходя из разности масс суспензии и воды в одном и том же объёме пипетки, а также плотности твёрдой фазы почвы.

Подготовка лабораторных проб. Для определения гранулометрического почв следует брать образцы, высушенные до воздушно-сухого состояния и растёртые в фарфоровой ступке пестиком с резиновым наконечником. Допускается производить растирание образцов грунта в специальной почвенной мельнице, не вызывающей дробления механических элементов.

Проведение анализа. Подготовка образцов почв к гранулометрическому анализу растиранием с раствором пирофосфата натрия. Предварительно определяется ориентировочный гранулометрический состав почвы полуколичественным методом.

Навеска 30 г воздушно-сухой почвы (для супесей берут навеску 40 г, а для песчаных почв 50 г), взвешенной с погрешностью 0,001 г, помещают в фарфоровую чашку диаметром 10-12 см. 4 %-ный раствор пирофосфата натрия отмеряют в стаканчик из расчёта на каждые 10 г почвы: для карбонатных – 10 мл, для незасолённых и некарбонатных – 5 мл. Раствором пирофосфата натрия смачивают (по каплям) – почву до тестообразного состояния и осторожно растирают её в течение 10 минут пестиком с резиновой головкой без нажима, одним весом пестика. Затем приливают в чашку с почвой остаток раствора пирофосфата натрия, добавляют воду и, размешивая (тем же пестиком), доводят содержимое чашки до состояния жидкой суспензии.

Далее суспензию сливают через сито 0,25 мм в литровый цилиндр для анализа. После этого объем суспензии в цилиндре доводится до 1 литра. Суспензия анализируется пипеточным методом.

3.14 Определение гранулометрического состава почвы пипеточным методом

Сроки отбора суспензии (частиц < 0,01 мм) с глубины 10 см в зависимости от температуры приведены в таблице 10. Отсчёт времени ведётся от момента окончания взмучивания суспензии.

Таблица 10 – Интервалы времени для взятия почвенной суспензии (частиц < 0,01 мм) с глубины 10 см в зависимости от её температуры и удельного веса почвенных частиц (слой 0-20 см)

| Тип почв и гранулометрический состав | Плотность твёрдой фазы, г/см ³ | Температура суспензии °С | | | | |
|--------------------------------------|---|--------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Песчаные и супесчаные почвы | 2,65 | 24' 07" | 21' 06" | 18' 39" | 15' 39" | 14' 50" |
| Суглинистые и глинистые почвы | 2,60 | 24' 52" | 21' 45" | 19' 14" | 17' 06" | 15' 17" |

Анализ следует проводить в помещении с мало меняющейся температурой. Перед началом опытов производят измерение температуры воды

и суспензии, которая должна быть одинаковой для всех цилиндров с суспензией и водой.

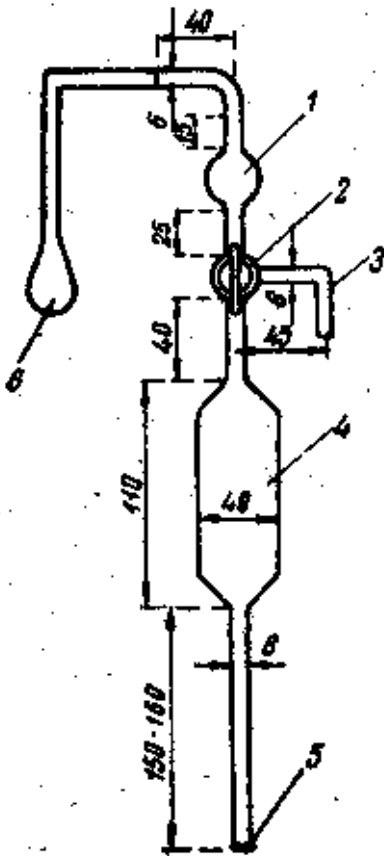


Рисунок 6 – Пипетка:

- 1 – шарообразная ёмкость 5-8 мл;
- 2 – трехходовой кран; 3 – сливная трубка; 4 – основная ёмкость пипетки (до крана 100 мл); 5 – боковые отверстия (4-6 шт.) диаметром 1 мм для закачки суспензии; 6 – груша резиновая

суспензии. При этом положении крана пипетку заблаговременно (до наступления срока взятия пробы) погружают в суспензию на заданную глубину (h). После этого сжимают резиновую грушу и точно в срок, определённый по таблице 10 и уменьшенный на половину длительности взятия пробы суспензии (12), поворачивают кран пипетки в положение *б*, одновременно резко разжимая грушу. Заполнение пипетки производят до появления жидкости над краном, после чего кран перекрывают (положение среднее между *б* и *а*) и извлекают ствол пипетки из суспензии.

Используемая в работе пипетка состоит из следующих элементов (рисунок 6): 1) ствола длиной примерно 150-160 мм и диаметром 6 мм. Ствол с нижней стороны запаян и в этом месте по окружности имеет 4-6 отверстий диаметром 1 мм, через которые вода или суспензия заполняют пипетку; 2) основного резервуара пипетки, ёмкость которого вместе с ёмкостью ствола до крана составляет около 100 см³; 3) трёхходового крана со сливной трубкой; 4) шаровидного резервуара, расположенного над краном (резервуар служит приёмником для избытка воды или суспензии, превышающий объем пипетки); 5) верхней трубки диаметром 6 мм, к которой на шланге присоединяется резиновая груша объёмом не менее 200 см³ для засасывания воды или суспензии в пипетку.

Техника заполнения пипетки водой или суспензией состоит в следующем: устанавливают кран в положение *а* (рисунки 6-7) и, нажимая на резиновую грушу, продувают верхнюю часть пипетки, освобождая её от воды или

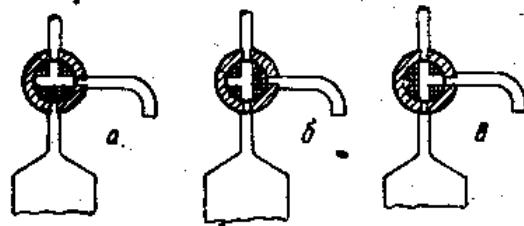


Рисунок 7 – различные положения трёхходового крана пипетки:

- а – кран закрыт; б – положение крана при засасывании дисперсии; в – положение крана при спуске дисперсии

Поворачивая кран в положение *a* и продувая пипетку, удаляют из верхней части пипетки через сливную трубу излишки воды или суспензии обратно в цилиндр.

Затем погружают ствол пипетки в чистый, просушенный и взвешенный стеклянный стаканчик ёмкостью 120-150 см³ и сливают суспензию из пипетки в стаканчик, поворачивая кран в положение *b*. Стаканчик с суспензией взвешивают на лабораторных весах с точностью до 0,001 г.

По такой же методике производится холостое определение массы дистиллированной воды в трёхкратной повторности. Если расхождения в массе параллельных проб не превышают 0,03 г, то для расчёта принимается среднее значение массы воды в объёме пипетки.

Обработка результатов. Вычисление содержания (массовой доли) фракции физической глины (< 0,01 мм) в процентах (*X*) ведётся по формуле:

$$X = (Q - q) \cdot \frac{d_T}{d_T - d_B} \cdot \frac{V}{v - m} \cdot 100 \cdot KW_r,$$

где: *Q* – масса суспензии в объёме пипетки (100 см³), г;

q – масса воды 100 см³ (холостое определение), г;

d_B – удельная масса воды, г/см³;

d_T – плотность твёрдой фаза почвы, г/см³;

V – объём всей суспензии в см³ (1000 см³);

v – объём суспензии в пипетке (100 см³);

M – навеска воздушно-сухой почвы, г

KW_r – коэффициент гигроскопической влажности.

Анализ производится в двукратной повторности.

Форма записи в лабораторном журнале

дата отбора проб _____, дата анализа _____

Дополнительные условия анализа _____

| Вариант | Номер лабораторный | Повторность | Гранулометрический состав | Навеска, г | Температура суспензии, °С | Интервалы времени, мин | Масса стакана, г | | KW _r | Содержание физической глины, % |
|---------|--------------------|-------------|---------------------------|------------|---------------------------|------------------------|------------------|--------------|-----------------|--------------------------------|
| | | | | | | | пустого | с суспензией | | |
| | | 1 | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | | | | | |

Использованная и рекомендуемая литература

- ГОСТ 29269-91 Почвы. Общие требования к проведению анализов. – Введ. 01.07.1993. – М.: Стандартиформ, 2005. – 3 с.
- ГОСТ ISO 11464-2015 Качество почвы. Предварительная подготовка проб для физико-химического анализа. – Введ. 01.07.2016. – М.: Стандартиформ, 2015. – 12 с.

3. ГОСТ 28268-89 Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. – Введ. 01.06.1990 – М.: Издательство стандартов, 1990. – 10 с.
4. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. – Введ. 3.11.2015 г. – М.: Стандартинформ, 2016. – 20 с.
5. ГОСТ 26483-85 – ГОСТ 26490-85. Почвы. Определение рН солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержание нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО. – Введ. 01.07.1986 – М.: Издательство стандартов, 1985. – 48 с.
6. ГОСТ 26212-91 Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО. – Введ. 30.06.1993. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 5 с.
7. ГОСТ 27821-88 Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена. – Введ. 01.01.1990. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 6 с.
8. Ганжара Н.Ф. Практикум по почвоведению / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, Р.Ф. Байбеков. – М.: Агроконсалт, 2002. – 280 с.
9. ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества. – Введ. 01.07.1993. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 7 с.
10. ГОСТ 23740-79 Грунты. Методы лабораторного определения содержания органических веществ. – Введ. 01.01.1980. – М.: Издательство стандартов, 1980. – 25 с.
11. ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. – Введ. 01.01.2013. – М.: Стандартинформ, 2013. – 8 с.
12. ГОСТ 26951-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. – Введ. 01.07.1987. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 7 с.
13. ГОСТ 12536-79 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. – Введ. 01.07.1980. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 18 с.

3.15 Учёт потенциальной засорённости почвы семенами сорняков методом малых проб

Независимо от применяемого метода учёт запаса семян сорняков почве слагается из трёх последовательных этапов: отбор почвенных образцов, удаление из почвенного образца илистой фракции путём отмывания его на сите с отверстиями диаметром 0,25 мм и выделение семян сорняков из оставшейся минеральной фракции.

Отбор почвенных образцов. Образцы почвы для определения в них семян сорняков отбирают с помощью буров Калентьева, Шевелёва или лопатой. Равномерно по всему обследуемому участку или делянке полевого опыта отбирают буром не менее 10-20 индивидуальных проб массой около 0,3-0,5 кг каждая. Образцы отбирают по слоям почвы 0-10, 10-20 см и т. д. При отсутствии бура лопатой делают прикопку, и из её вертикальной стенки по слоям отбирают образцы.

Эти образцы (пробы) по каждому слою объединяют, перемешивают и готовят из них один исходный смешанный образец массой 250-300 г и доводят его до воздушно-сухого состояния.

Удаление илистой фракции из почвенного образца (метод И. Н. Шевелёва). Отобранный исходный образец тщательно перемешивают и из него отбирают 3 навески. Перед отмыванием образца одну навеску почвы массой 10-15 г помещают в алюминиевый стаканчик для определения влажности. Другие две навески берут по 100 г, с которыми работают далее.

Илистую фракцию из каждого образца массой 100 г отмывают, помещая почву на плетёное сито с квадратными отверстиями размером 0,25 мм, имеющее бортик высотой не менее 5-7 см. Сито с образцом почвы, удерживаемое правой рукой, помещают в заполненный на $\frac{3}{4}$ водой широкий бак (ведро) так, чтобы вода доходила до середины его бортика.левой рукой, не надавливая на сито, мягко растирают комочки почвы. Одновременно сито то извлекают из воды, то вновь погружают, ускоряя удаление илстых частиц. Песчаный остаток на сите полностью отмывают в другом баке или под краном, пока не прекратится помутнение стекающей воды. Удаление илистой фракции значительно ускоряется при отмывании образца в проточной воде.

Для выделения семян сорняков из минерального остатка отмытого образца в химический стакан объёмом 500-750 мл на $\frac{2}{3}$ наливают тяжёлую жидкость и переносят отмытый остаток образца. (Чаще всего в качестве тяжёлой жидкости используют насыщенный раствор поваренной соли (NaCl) или поташа (K_2CO_3) плотностью 1,5 г/см³). Содержимое стакана неоднократно перемешивают стеклянной палочкой, всплывшие семена и органические остатки переносят, сливая немного тяжёлой жидкости в воронку с бумажным фильтром. Стекающую тяжёлую жидкость собирают для повторного использования, остающиеся на фильтре семена, несколько раз промывают водой до полного удаления тяжёлой жидкости и подсушивают. Сухую смесь семян и органических остатков с фильтра переносят на разборную доску и шпателем разделяют на виды, подсчитывают и взвешивают. В случае небольшого содержания минеральных частиц отмытый образец можно сразу разбирать на разборной доске.

Оформление результатов. При отборе образцов с помощью бура засорённость почвы рассчитывают на 1 м². Вначале рассчитывают площадь бура:

$$S = \frac{\pi d^2}{4},$$

где: S – площадь бура, см²;

$\pi = 3,14$;

d – диаметр бура, см.

Затем находят переводной коэффициент (K):

$$K = \frac{10000}{S},$$

где: 10 000 – площадь 1 м², выраженная в см²;

S – площадь бура, см².

Окончательно число семян сорняков на 1 м² вычисляют по формуле:

$$M = Km,$$

где: m – число семян сорняков в образце.

Если образец отбирали буром без учёта площади его сечения или лопатой, то число сорняков пересчитывают на единицу массы абсолютно сухой почвы (1 кг):

$$M = \frac{(100 + \omega)m}{100 \cdot a}$$

где: M – число семян сорняков на 1 кг абсолютно сухой почвы;

ω – влажность почвы в образце к моменту его отмывания в воде, %;

m – число семян сорняков в образце;

a – масса образца почвы перед отмыванием, кг.

Использованная и рекомендуемая литература

Практикум по земледелию / И. П. Васильев, А. М. Туликов, Г. И. Баздырев [и др.]. – М. : КолосС, 2005. – С. 224-230.

3.16 Определение структуры почвы методом сухого просеивания Н. И. Саввинова

Структура почвы – различные по величине и форме агрегаты, в которые склеены почвенные частицы. Структура почвы определяет её благоприятное строение, водные, физико-механические и технологические свойства. Структурные почвы по сравнению с бесструктурными меньше заплывают (не образуют после дождя корку на поверхности), их легче обрабатывать, они в меньшей степени подвергаются эрозионным процессам. В структурных почвах создаются хорошие условия для проникновения воды, воздуха, корней растений. Наилучшие водно-воздушные свойства для дерново-подзолистых суглинистых почв создаются при размере агрегатов от 0,5 до 5 мм.

Срок отбора проб зависит от задач исследований, чаще это делают перед уборкой культуры. Для определения структуры почвы с каждой де-

лянки полевого опыта из 5-6 точек отбирают средний образец почвы массой 1-1,5 кг. Почву сбрасывают с лопаты с высоты 1 м и все крупные комки разминают руками так, чтобы почва не сминалась и не растиралась. Образцы почвы высушивают в лаборатории, разложив их на бумаге, до воздушно-сухого состояния.

Методом квадрата отбирают из высушенного до воздушно-сухого состояния образца навеску почвы массой 0,5-1 кг и просеивают через колонку сит с диаметром отверстий 10; 7; 5; 3; 1; 0,5 и 0,25 мм. Просеивают почву постепенно, малыми порциями, приблизительно по 100-300 г. Сито с почвой не трясут, а наклонив его под острым углом, осторожно постукивают ладонью по его ребру до тех пор, пока почвенные комочки не сползут. Тогда поднимают нижнее ребро сита, где скопились агрегаты, и вновь заставляют комочки передвигаться вниз. Так повторяют несколько раз. Агрегаты почвы с каждого решета переносят на тарированные листочки или в отдельные чашки. На сито насыпают новую порцию почвы и повторяют просеивание, высыпая агрегаты на соответствующие листочки. После окончания просеивания всего образца каждую фракцию агрегатов взвешивают с точностью до 0,01 г, полученные данные заносят в таблицу 11.

Таблица 11 – Определение структуры почвы

| Вариант | Показатель | Содержание агрегатов размером, мм | | | | | | | | Всего, г | ПС |
|---------|-------------------------|-----------------------------------|------|-----|-----|-----|-------|----------|--------|----------|----|
| | | > 10 | 10-7 | 7-5 | 5-3 | 3-1 | 1-0,5 | 0,5-0,25 | < 0,25 | | |
| | Содержание агрегатов, г | | | | | | | | | | |
| | Содержание агрегатов, % | | | | | | | | | | |

Для определения водопрочности агрегаты размером 10-7 мм, 7-5 мм, 5-3 мм и 3-1 мм оставляют в бумажных пакетиках с указанием размера фракции и варианта.

Структурное состояние почвы можно оценить по данным таблицы 12.

Таблица 12 – Оценка структурного состояния почвы (по Долгову С. И., Бахтину П. У.)

| Структурное состояние почвы | Содержание воздушно-сухих агрегатов размером 0,25-10 мм, % к массе почвы |
|-----------------------------|--|
| Отличное | > 80 |
| Хорошее | 80-60 |
| Удовлетворительное | 60-40 |
| Неудовлетворительное | 40-20 |
| Плохое | < 20 |

Оценку структуры почвы проводят по следующим показателям:

1. *Содержание агрономически ценной структуры почвы* – агрегаты почвы размером 0,25-10 мм, в процентах от массы образца, взятого для просеивания (0,5-1 кг).

2. *Показатель структурообразования (ПС)* – отношение массы фракций от 0,25 до 10 мм (С) к суммарной массе агрегатов > 10 мм и < 0,25 мм (Б).

$$ПС = \frac{С}{Б}.$$

Использованная и рекомендуемая литература

Практикум по земледелию / И. П. Васильев, А. М. Туликов, Г. И. Баздырев [и др.]. – М. : КолосС, 2005. – С. 28-30.

3.17 Определение водопрочности структуры почвы по методу П. И. Андрианова

Метод основан на учёте агрегатов, расплывшихся в воде за определённый промежуток времени. Для этого в чашку Петри на кружок фильтровальной бумаги, вырезанный по диаметру чашки, раскладывают 50 комочков почвы на некотором расстоянии друг от друга. Фильтровальную бумагу пипеткой смачивают водой до капиллярного насыщения ею комочков почвы (до их потемнения). Затем в чашку Петри наливают воды так, чтобы она покрыла агрегаты полностью. Слой воды должен быть на 0,5 см выше комочков.

В течение 10 мин с интервалом в 1 мин подсчитывают полностью распавшиеся агрегаты, данные заносят в таблицу 13.

Так как распад агрегатов в воде происходит в разное время, то для характеристики степени водопрочности структуры в формулу для расчёта вводят поправочные коэффициенты Качинского, также приведённые в таблице 13. Водопрочность комков, не распавшихся в течение 10 мин., принимают за 100 %.

Таблица 13 – Устойчивость агрегатов к разрушающему действию воды

| Показатель | Минуты | | | | | | | | | | Не рассыпавшиеся |
|--|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| Коэффициент Качинского, % | 5 | 15 | 25 | 35 | 45 | 55 | 65 | 75 | 85 | 95 | 100 |
| Рассыпалось комочков на данную минуту по фракциям, шт. | 10-7 мм | | | | | | | | | | |
| | 7-5 мм | | | | | | | | | | |
| | 5-3 мм | | | | | | | | | | |
| | 3-1 мм | | | | | | | | | | |
| | 1-0,5 мм | | | | | | | | | | |

Устойчивость агрегатов (водопрочность) к разрушающему действию воды (γ) определяют по формуле:

$$\gamma = \frac{P_1 K_1 + P_2 K_2 + \dots + P_{10} K_{10} + 100 \cdot a}{A},$$

где: P_1, P_2, \dots, P_{10} – количество агрегатов, распавшихся в соответствующую минуту, шт.;

K_1, K_2, \dots, K_{10} – поправочные коэффициенты Качинского для соответствующих минут;

a – количество агрегатов, не рассыпавшихся по истечении 10 мин, шт.;

A – общее количество комочков, взятых для анализа, шт.

Содержание водопрочных агрегатов в каждой исследуемой фракции можно рассчитать по формуле:

$$C = \frac{a}{A} \cdot 100,$$

где: C – содержание водопрочных агрегатов, %;

a – количество агрегатов, не рассыпавшихся по истечении 10 мин, шт.;

A – общее количество комочков данной фракции, взятых для анализа, шт.

Использованная и рекомендуемая литература

Практикум по земледелию / И. П. Васильев, А. М. Туликов, Г. И. Баздырев [и др.]. – М. : КолосС, 2005. – С. 32-33.

4 ПОДГОТОВКА СЕМЯН К ПОСЕВУ

До посева семена должны быть очищены от сорной примеси, отсортированы с выделением однородной фракции, при необходимости подвергнуты воздушно-тепловому обогреву и обработаны агрохимикатами (протравителями, регуляторами роста, микроудобрениями и т. д.).

4.1 Расчёт нормы высева

Научными учреждениями выявлена оптимальная густота растений в посевах (посадках) и даны зональные рекомендации по количественным нормам высева сельскохозяйственных культур (таблица 14).

Таблица 14 – Рекомендуемая количественная норма высева семян сельскохозяйственных культур в Удмуртской Республике

| Культура | Норма высева всхожих семян |
|---------------------------|----------------------------|
| Рожь озимая | 6,0-7,0 млн шт./га |
| Тритикале озимая | 6,0-7,0 млн шт./га |
| Пшеница озимая | 6,0-7,0 млн шт./га |
| Пшеница яровая | 6,0-7,0 млн шт./га |
| Ячмень | 4,0-5,0 млн шт./га |
| Овёс | 6,0-7,0 млн шт./га |
| Просо | 4,0-5,0 млн шт./га |
| Гречиха | 3,0-5,0 млн шт./га |
| Горох | 1,2-1,4 млн шт./га |
| Люпин узколистный, жёлтый | 1,2-1,4 млн шт./га |
| Люпин белый | 0,6-0,8 млн шт./га |
| Вика посевная | 2,2-2,6 млн шт./га |
| Лён-долгунец | 20-25 млн шт./га |
| Картофель | 30-70 тыс. шт./га |
| Кукуруза на силос | 120-200 тыс. шт./га |

Расчёт весовой нормы высева проводят по следующей формуле:

$$НВ_{В} = НВ_{К} \times М,$$

где: $НВ_{В}$ – весовая норма высева семян, кг/га;

$НВ_{К}$ – количественная норма высева всхожих семян, млн шт./га (таблица 14);

$М$ – масса 1000 семян, г.

Например, при количественной норме высева всхожих семян яровой пшеницы 7 млн шт./га и массе 1000 семян 35 г весовая норма высева составит 245 кг/га. Но в реальной действительности семена, предназначенные для посева, не имеют 100 % посевную годность, которая зависит от чистоты семян и их всхожести. Посевную годность семян вычисляют по формуле:

$$ПГ = \frac{Ч \times В}{100},$$

где: Ч – чистота семян, %;
В – всхожесть семян, %.

Например, при чистоте семян 99 % и лабораторной всхожести 95 % посевная годность семян составит 94 %. Поэтому рассчитанную весовую норму высева необходимо скорректировать с учётом посевной годности.

$$НВ_{В(ПГ)} = \frac{НВ_{В} \times 100}{ПГ} = \frac{245 \times 100}{94},$$

где: $НВ_{В(ПГ)}$ – весовая норма с учётом посевной годности, кг/га;
 $НВ_{В}$ – весовая норма без учёта посевной годности, кг/га;
ПГ – посевная годность, %.

В нашем примере весовая норма с поправкой на посевную годность составит 260,6 кг/га.

4.2 Методы установки сеялки на норму высева

Существует несколько способов установки сеялки на норму высева. Это можно сделать на стационарной установочной площадке до выезда в поле, имитируя технологический процесс посева, и непосредственно в поле.

4.2.1 Установки сеялки на норму высева на установочной площадке

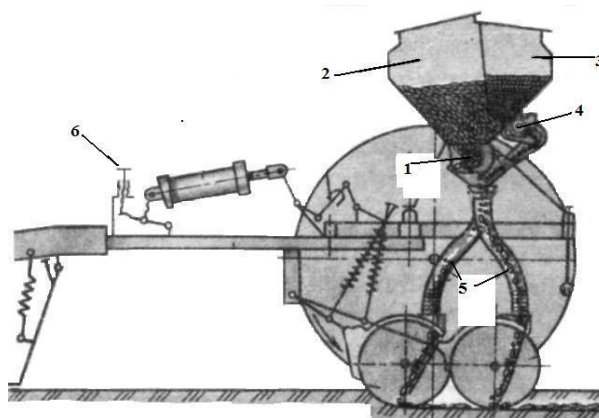


Рисунок 8 – Технологическая схема зернотуковой сеялки СЗ-3,6:

1 – семявысевающий аппарат; 2 – ящик для семян; 3 – ящик для удобрений; 4 – туковывсевающий аппарат; 5 – семяпроводы; 6 – винт регулятора заглубления

Распространённой сеялкой является СЗ-3,6 (рисунок 8) и её аналоги, в том числе сеялка СЗТ-3,6, предназначенная для одновременного посева семян зерновых культур и трав. Поэтому предлагается к рассмотрению принцип установки нормы высева на примере сеялки СЗ-3,6.

Вначале на редукторе сеялки в зависимости от высеваемой культуры и предполагаемой нормы высева устанавливаются соответствующие пары зубчатых колёс (рисунки 9-11), обозначения и значения которых указаны в таблицах 15-17.

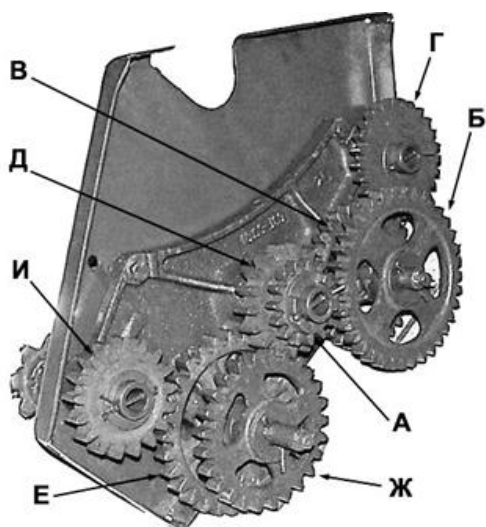


Рисунок 9 – Редуктор сеялки СЗ-3,6



Рисунок 10 – привод зерновых аппаратов сеялки СЗ-3,6А

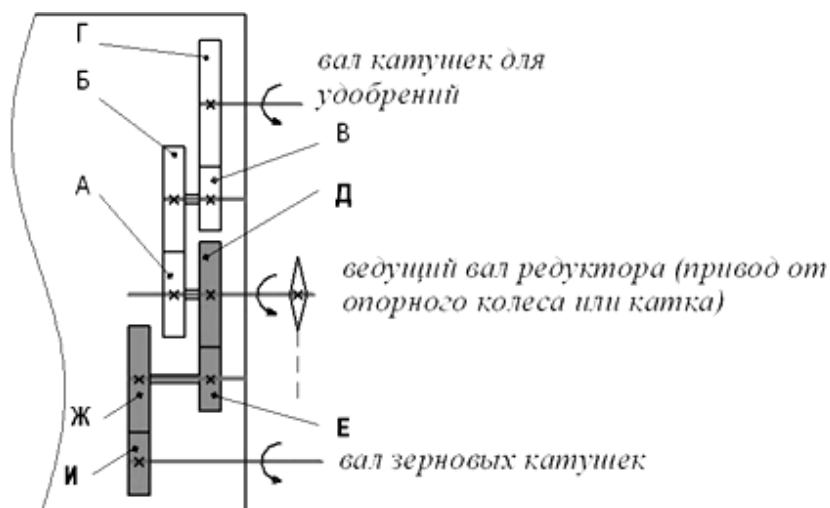


Рисунок 11 – Схема редуктора сеялки СЗ-3,6

Таблица 15 – Передача на вал зерновысевающих аппаратов сеялок СЗ-3,6; СЗТ-3,6; СЗУ-3,6; СЗП-3,6 [Гайнанов Х. С., 2001]

| Число зубьев зубчаток | | | | Передаточные отношения у сеялок | | Высеваемая культура |
|-----------------------|----|----|----|---------------------------------|---------|---------------------|
| Д | Е | Ж | И | СЗ-3,6; СЗУ-3,6; СЗТ-3,6 | СЗП-3,6 | |
| 17 | 25 | 17 | 30 | 0,198 | 0,124 | просо |
| 25 | 17 | 17 | 30 | 0,428 | 0,268 | гречиха |
| 17 | 25 | 30 | 17 | 0,616 | 0,386 | пшеница, рожь |
| 25 | 17 | 30 | 17 | 1,330 | 0,837 | ячмень, овёс, горох |

Таблица 16 – Передача на вал зерновых аппаратов сеялки СЗ-3,6А с КПШ
[Гайнанов Х. С., 2001]

| Число зубьев зубчаток | | | | Передаточные отношения | Высеваемая культура |
|-----------------------|----|----|----|------------------------|------------------------|
| А | В | С | Д | | |
| 12 | 26 | 12 | 19 | 0,198 | просо, соя |
| 19 | 19 | 12 | 19 | 0,413 | пшеница, рожь, гречиха |
| 19 | 13 | 12 | 19 | 0,604 | ячмень, горох, рожь |
| 19 | 13 | 19 | 12 | 1,510 | овёс |

Таблица 17 – Передача на вал зерновысевающих аппаратов сеялки-культиватора СЗС-2,1 [Гайнанов Х. С., 2001]

| Число зубьев звёздочки на валу зернового аппарата | Высеваемая культура | Передаточное отношение | | Ориентировочная норма высева, кг/га |
|---|-------------------------------|--|--|-------------------------------------|
| | | при 20-зубовой звёздочке на контрприводе | при 12-зубовой звёздочке на контрприводе | |
| 8 | овёс, горох | 0,360 | 0,583 | 250-450 |
| 12 | пшеница, ячмень, овёс, рожь | 0,234 | 0,388 | 150-300 |
| 16 | гречиха, просо, пшеница, рожь | 0,175 | 0,291 | 50-165 |

После необходимой установки зубчатых колёс, зная предполагаемую к высеву культуру и рассчитанную норму высева по номограммам, прилагаемым к сеялке, определяют примерное положение катушек в высевающих аппаратах (рисунки 12-13).

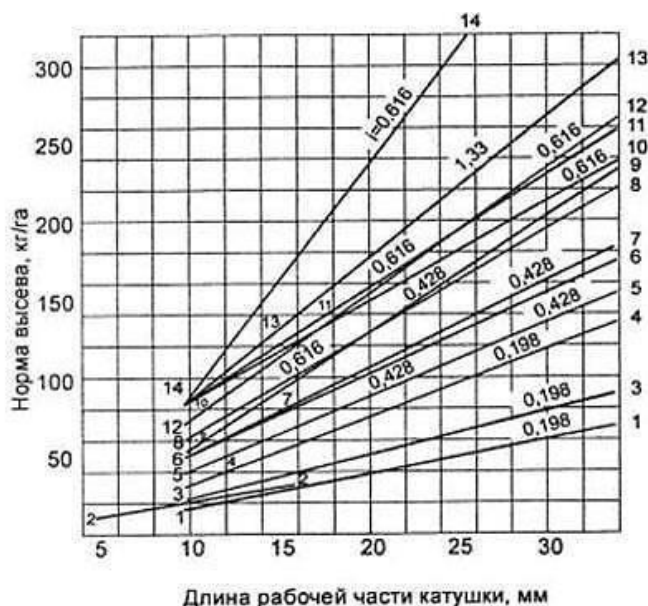


Рисунок 12 – Номограмма для определения рабочей длины катушки и передаточного отношения сеялок СЗ-3,6 и СЗУ-3,6:

1, 5, 8 – гречиха; 2 – просо; 3, 7, 12 – пшеница; 4, 8, 9 – соя; 6, 10 – рис; 11 – рожь; 12 – ячмень; 13 – овёс; 14 – горох

Например, при норме высева овса 220 кг/га рабочая длина катушки должна составлять для начала установки сеялки 25 мм. Для этого рукоятками регулятора положения вала катушек высевающих аппаратов (рисунок 14), расположенными под туковыми ящиками каждой из двух секций, переводят его в положение 25 или в положение, когда большая часть длины желобковых катушек находится в зоне высевающих аппаратов. При этом учитывают, что деления и цифры на шкале регулятора катушек высевающих аппаратов примерно показывают, на сколько миллиметров выдвинуты рабочие длины катушек высевающих аппаратов.

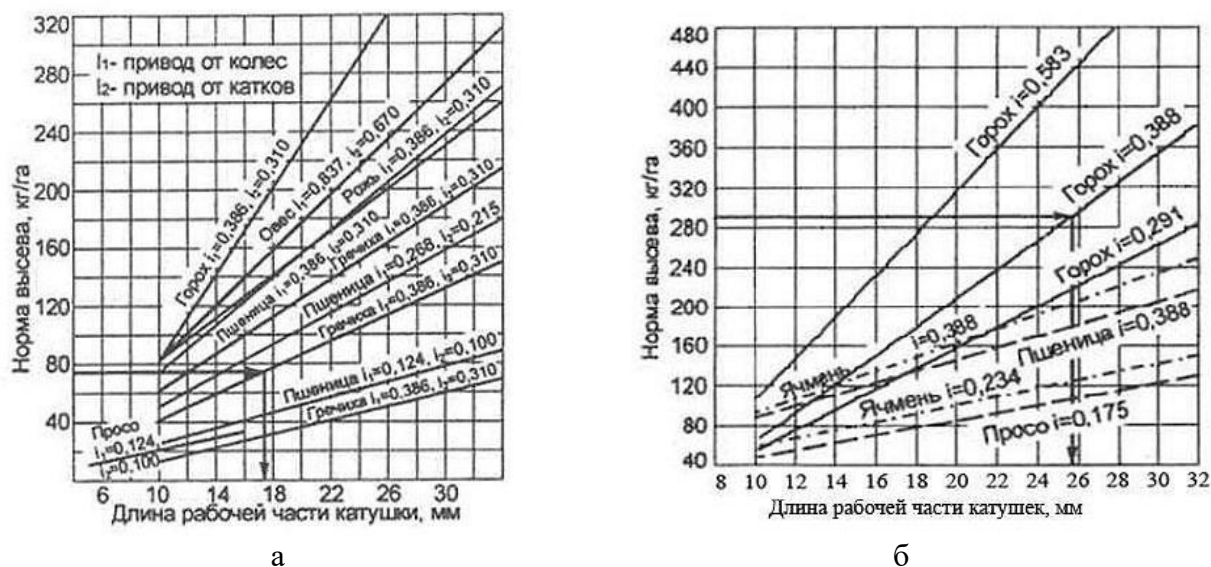


Рисунок 13 – Номограмма для определения рабочей длины катушки и передаточного отношения сеялок СЗП-3,6 (а) и СЗС-2,1 (б)

Также рабочую длину всех катушек можно проверить с помощью шаблона (например, спички). Так как длины желобковой катушки и втулки одинаковы (по 30 мм), то при максимальном положении рукоятки регулятора (30) втулки будут находиться снаружи, в зоне, доступной для измерения (рисунок 15), и длина их будет равна 30 мм.

Подготовленную к работе сеялку поддомкрачивают и под раму ставят устойчивые подставки (кóзлы) так, чтобы сеялка располагалась горизонтально, а колёса могли свободно вращаться.

После этого производят расчёт, принцип которого аналогичен для любой марки сеялки. Во-первых, надо знать ширину захвата сеялки (или секции) и, во-вторых, длину окружности колеса (или катка), от которых осуществляется привод вала высевающих аппаратов (у ряда современных сеялок имеется специальное приводное колесо). При умножении ширины захвата сеялки на длину окружности колеса мы найдём площадь, которую сеялка засеивает при её проходе на расстояние одного оборота колеса.

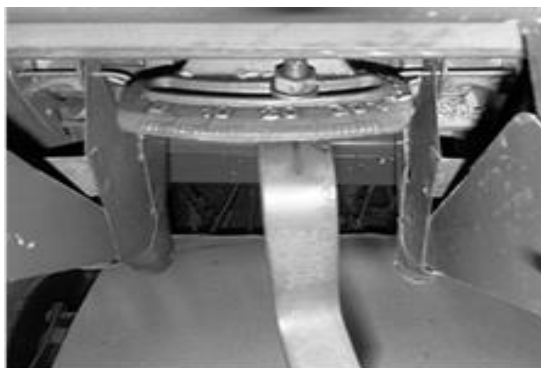


Рисунок 14 – Регулятор положения катушек

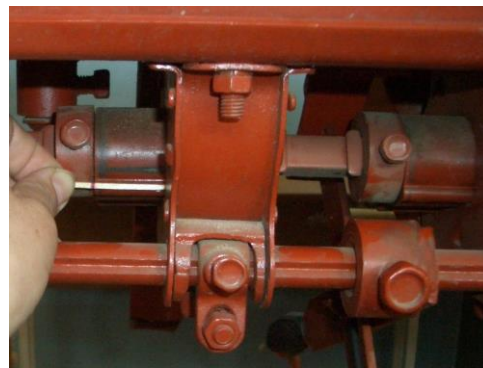


Рисунок 15 – Измерение шаблоном длины втулки высевяющего аппарата

Сеялка СЗ-3,6 имеет две автономные секции, засеваемая ширина которыми составляет по 1,8 м, а всей сеялки соответственно 3,6 м. По технической характеристике диаметр пневматических колёс сеялки составляет 1245 мм. Но, с одной стороны, под действием массы сеялки и загружённых в неё семян шина прогибается и радиус качения колеса уменьшается, а с другой, чем рыхлее почва и больше сопротивление вращению колеса механизма привода катушек высевяющих аппаратов, тем больше будет коэффициент скольжения приводного колеса (обычно равен 0,05), который, как бы, приводит к увеличению радиуса качения колеса. Поэтому для расчётов обычно берут длину окружности колеса 3,7 м.

Затем для расчёта выбирают значение определённой площади посева, например, 50, 100, 200 м², 500 м². Например, чтобы засеять площадь 100 м² одной секцией сеялки СЗ-3,6, имеющей ширину захвата 1,8 м, а длину окружности колеса 3,7 м, необходимо сделать 15 оборотов колеса (100 м² : 6,66 м² ≈ 15), т. к. за один оборот колеса засеивается площадь 6,66 м² (1,8 м × 3,7 м = 6,66 м²). Рекомендуется с целью повышения точности при установке сеялки на норму высева для зерновых культур делать не менее 14-15, а для семян трав и удобрений – не менее 30 оборотов.

Если длина окружности колеса (в ряде случаев требуется длина окружности катка) (L) не известна, то её определяют по формуле:

$$L = \pi \times D,$$

где: π – 3,14;

D – диаметр колеса, м.

Далее находят массу семян, которая должна быть высеяна на выбранную площадь. Если на 1 га (10 000 м²) весовая норма с поправкой на посевную годность составляет, например, 250 кг, то на 100 м² она будет равняться 2,5 кг. Значит, проделав 15 оборотов колеса, одна секция (половина сеялки СЗ-3,6) должна высеять 2,5 кг.

Выполнив расчёт, под сошники подстилают плёнку, на которую будут высыпаться семена из сошников при вращении приводного колеса (катка). Затем в семенной ящик настраиваемой секции сеялки засыпают семена примерно на 1/3 его объёма, на колесе делают метку, чтобы было удобно считать обороты, и совершают им 2-3 оборота для заполнения семенами катушек высевающих аппаратов.

Высыпавшиеся на плёнку семена собирают и возвращают в семенной ящик. Плёнку вновь аккуратно располагают под сошниками и приступают к вращению руками приводного колеса сеялки (с частотой примерно 40-50 об./мин).

Семена, высыпавшиеся из сошников на плёнку, собирают и в подготовленной таре взвешивают. Если масса семян соответствует расчётной или не отличается более чем на 3 %, то считают, что норма высева установлена верно. Если семян высыпалось больше, то это пересев и регулирующим рычагом необходимо переместить катушки, уменьшая их длину в зоне высевающих аппаратов. Если масса высыпавшихся семян меньше расчётной, то это недосев и нужно рычагом увеличить длину катушек в зоне высевающих аппаратов. Изменив положение катушек, вновь вращают нужное количество оборотов колеса и вновь взвешивают высыпавшиеся семена. При необходимости так продолжают до тех пор, пока не добьются при установке нормы высева необходимой массы высыпавшихся семян. После установки нормы высева положение рычага изменения положения катушек фиксируют, закручивая имеющуюся на нём гайку.

Измерив длину (мм) рабочей части определённой катушки высевающего аппарата, необходимо записать порядковый номер катушки, измеренное значение, соотношение шестерён редуктора сеялки, а также культуру, сорт и партию семян, марку и инвентарный номер сеялки, чтобы в последующем не перепутать записи установки норм высева.

Подобным образом устанавливают норму высева по другой секции сеялки СЗ-3,6, ориентируясь на установку по первой секции. Существенных различий, как правило, не бывает, но они возникают при износе сеялки и возникновении люфтов у катушек высевающих аппаратов и рычага перемещения вала с катушками.

4.2.2 Установки сеялки на норму высева в поле методом контрольных навесок

В поле для контрольной проверки установленной на стационарной площадке нормы высева или для первичного определения параметров нормы высева поступают следующим образом. Вначале у подготовленной к посеву сеялки в зависимости от культуры и предполагаемой нормы высева в соответствии с предлагаемыми к сеялке таблицам и рисункам или по справочникам устанавливают необходимым образом зубчатые колёса в ре-

дукторе и положение рычага регулятора катушек высевующих аппаратов, зафиксировав их в этом положении.

Затем выбирают контрольную площадь, на которую будут устанавливать норму посева. В большинстве случаев берут 500 м², т. к. чем больше площадь посева, тем точнее получается установка нормы посева. При ширине захвата секции 1,8 м указанная площадь будет засеяна при проходе сеялки по полю на расстояние 278 м. Это расстояние, начиная от середины колеса сеялки, измеряют по направлению движения агрегата с помощью сажени (139 саженей) или навигатора и ставят вешку на границе предполагаемого прохода сеялки.

После этого требуется определить количество семян на выбранную площадь посева. Например, если на 1 га норма посева семян составляет 250 кг, то на 500 м² потребуется 12,5 кг. Каждую из секций сеялки устанавливают отдельно. Поэтому обычно делают по 2-3 контрольных навески (в нашем примере, по 12,5 кг) на каждую секцию.

Дальнейшие действия могут быть осуществлены двумя способами. При *первом способе* в подготовленную к посеву сеялку, где зубчатые колеса в редукторе и положение рычага регулятора катушек высевующих аппаратов установлены в требуемое положение, семена засыпают в семенной ящик в обе секции примерно на 1/3 его объема. Поверхность семян в обеих секциях тщательно выравнивают и этот уровень отмечают мелом на внутренней стенке семенного ящика.

В обе секции сеялки поверх имеющихся там семян высыпают по одной контрольной навеске и снова тщательно выравнивают семена. После этого можно приступить к посеву.

При движении агрегата сеяльщики около каждой секции должны следить за уровнем семян, выравнивая его при необходимости. Как только уровень семян опустится до линии, обозначенной мелом, необходимо подать сигнал трактористу, чтобы он остановил посевной агрегат. Если в этот момент сеялка не достигла установленной ранее вешки на расстоянии 278 м, то будет пересев и нужно с помощью рычага регулятора положения катушек уменьшить их длину в области высевующего аппарата. Если уровень семян снизился до меловой линии и посевной агрегат был остановлен уже после установленной вешки, то это будет недосев и длину катушек в высевующих аппаратах требуется увеличить. Аналогично поступают и по другой секции.

В случае недосева или персева и внесения соответствующих корректив в положение катушек действия по установке нормы посева повторяют, используя заготовленные другие контрольные навески, добиваясь их посева на уровне вновь установленной вешки на новом промежутке 278 м. Недостатком данного способа установки нормы посева является трудность точного определения момента окончания посева контрольной навески, а значит и недостаточная точность установки нормы посева семян.



Рисунок 16 – Незаполненный и заполненный семенами высевальные аппараты семенного ящика сеялки

При *втором способе* установки сеялки на норму высева вначале в семенные ящики секций сеялки засыпают небольшое количество семян, столько, чтобы хватило только для заполнения высевальных аппаратов, чтобы дно семенного ящика сравнялось с уровнем семян в высевальных аппаратах (рисунок 16). После этого в секции сеялки высыпают по одной контрольной навеске. Посев, как и при первом способе, осуществляют в направлении заранее установленной вешки

на расстоянии 278 м. Сеяльщики, имеющие в руках подручные средства (пластиковые или картонные пластинки, деревянные лопатки), **соблюдая все меры предосторожности**, должны во время движения агрегата выравнивать семена до состояния, которое было до высыпания в семенной ящик контрольной навески. При достижении указанного уровня подаётся сигнал трактористу и посевной агрегат останавливается. Если остановка сеялки произошла не около установленной вешки, то вносят необходимые коррективы и настройку нормы высева повторяют. Данный метод требует повышенные меры предосторожности при работе в семенном ящике, но является более точным.

Современные сельскохозяйственные предприятия имеют сеялки различных производителей, в том числе и зарубежных. Принцип установки их на норму высева аналогичен рассмотренному ранее. Более того, в современных сеялках предусмотрены приспособления, существенно облегчающие и упрощающие процесс установки сеялки на норму высева.

При закладке полевых опытов, особенно с изучением норм высева, необходимо определять фактическую норму высева и соотносить её с расчётной. Отклонение фактической нормы высева от расчётной не должно превышать $\pm 5\%$, а для мелкосемянных трав и трав с плохой текучестью семян – не более $\pm 10\%$.

Использованная и рекомендуемая литература

Гайнанов Х. С. Подготовка сельскохозяйственной техники к полевым работам / Х. С. Гайнанов, П. И. Макаров : Кн. 1. – Казань : Татарское кн. изд-во, 2001. – 351 с.

5 НАБЛЮДЕНИЯ И УЧЁТЫ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ

5.1 Полевые культуры

5.1.1 Фенологические наблюдения

Наблюдения за ходом роста и развития растений проводят в течение всей вегетации (от всходов до уборки). При этом фиксируют определённые фазы, признаки и свойства растений. Под фенологическими наблюдениями понимают регистрацию дат наступления фенологических фаз (фенофаз), а также дат посева и уборки. Фенологические наблюдения проводят систематически по всем вариантам опыта в одном повторении, выделяемом для учёта ещё до появления всходов [Методика..., 1989].

При проведении фенологических наблюдений нужно соблюдать определённые правила:

1) в пределах опыта наблюдения должен вести один человек, поскольку в установлении фаз может быть элемент субъективности;

2) наблюдения следует проводить в одни и те же часы суток, т. к. различия в характере освещения делянок и изменение состояния растений в течение дня могут сказаться на результатах;

3) необходимо рассматривать растения по всей длине делянки, поскольку по каким-либо причинам делянка может оказаться не выровненной и наступление фаз в разных частях делянки может различаться.

При наблюдениях отмечают следующие фенофазы (таблица 18).

Таблица 18 – Фазы вегетации, отмечаемые при фенологических наблюдениях

| Биологическая группа | Культура | Отмечаемая фаза |
|----------------------|---|--|
| Озимые зерновые | Пшеница, рожь, тритикале, ячмень | Всходы (начало и полные); начало кущения; дата прекращения осенней вегетации; дата начала отрастания листьев весной; колошение (начало и полное); полное цветение ржи; спелость зерна (молочная, восковая, полная) |
| Яровые зерновые | Пшеница, ячмень, овёс, просо, тритикале | Всходы (начало и полные); начало кущения; колошение или вымётывание (начало и полное); спелость зерна: молочная (кроме проса), восковая, полная |
| | Гречиха | Всходы (начало и полные); цветение (начало и полное); побурение первых плодов; хозяйственная уборочная спелость |
| | Кукуруза | Всходы (начало и полные); появление метёлок (начало и полное); цветение початков: начало и полное; спелость зерна: молочная, молочно-восковая, восковая, полная |

| Биологическая группа | Культура | Отмечаемая фаза |
|----------------------------|---|--|
| Зерновые бобовые | Горох, вика яровая и озимая, кормовые бобы, донник однолетний, люпин (разные виды) | Всходы (начало и полные); прекращение осенней вегетации; возобновление весенней вегетации (для вики озимой); цветение (начало и полное); начало спелости; хозяйственная уборочная спелость |
| Многолетние бобовые травы | Клевера (разные виды), люцерна, козлятник, лядвенец рогатый | В первый год жизни: всходы (начало и полные); начало цветения; дата прекращения осенней вегетации. Во второй и последующие годы жизни: начало отрастания весной; цветение: начало (при уборке на кормовую и семенную продуктивность) и полное (при уборке на семена); спелость (только при уборке на семенную продуктивность): начало и полная; дата прекращения осенней вегетации |
| Многолетние злаковые травы | Тимофеевка луговая, овсяница (разные виды), костреч безостый, райграс (разные виды) и др. | В первый год жизни: всходы (начало и полные); начало кущения; начало вымётывания или колошения; дата прекращения осенней вегетации. Во второй и последующие годы жизни: начало отрастания весной; начало вымётывания или колошения; спелость (только при уборке на семенную продуктивность): начало и хозяйственная; дата прекращения осенней вегетации |
| Технические культуры | Лен-долгунец, лен масличный | Всходы (начало и полные); «ёлочки»; бутонизации; цветения; созревания (зелёная, ранняя жёлтая, жёлтая и полная спелость) |
| Масличные | Рапс яровой | всходы (начало и полные); начало образования листовой розетки; стеблевание (ветвление); бутонизация; цветение (начало, полное); созревание (зелёный, жёлто-зелёный и сухой стручок с вызревшими семенами) |

За дату начала фазы принимают наступление её у 10-15 % растений на всей делянке, а полную фазу отмечают при наступлении её не менее чем у 75 % растений [Методика..., 1985].

При установлении фаз вегетации отдельных культур имеются некоторые особенности. Так, *всходы* у злаковых зерновых культур отмечают при появлении первых развернувшихся листочков, у гречихи, льна и рапса – при появлении семядолей на поверхности почвы, у зернобобовых культур – начало всходов отмечают при появлении первых листьев, а полные всходы – когда ясно обозначаются рядки взошедших растений.

Начало кущения отмечают, когда у 10-15 % растений появится первый листочек бокового побега из влагалища листа основного стебля.

Дату прекращения осенней вегетации озимых культур и многолетних трав устанавливают по дню перехода среднесуточной температуры воздуха через определённый предел: озимых пшеницы, тритикале, ячменя – через +5 °С, озимой ржи – через +4 °С, многолетних трав – через 0 °С. Для установления даты прекращения вегетации используют данные ближайшей метеостанции.

Дату перехода среднесуточной температуры воздуха через интересный предел рассчитывают по формуле:

$$n = \frac{t_0 - t_1}{t_2 - t_1} \times 10 \text{ (или 11),}$$

где: n – количество дней от середины декады с температурой выше интересующего предела до искомой даты;

t_0 – температура искомой даты;

t_1 – средняя температура за декаду с температурой выше интересующего предела;

t_2 – средняя температура за декаду с температурой ниже интересующего предела;

10 (или 11) – количество дней в декаде.

Например, средняя температура воздуха третьей декады октября 3,6 °С, первой декады ноября – -1,3 °С. Найти дату перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С.

$$n = \frac{0 - 3,6}{-1,3 - 3,6} \times 11 = 8,1 \approx 8 \text{ дней}$$

Дата перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С – 2 ноября (25 октября + 8 дней).

Дату начала отрастания отмечают по появлению светлой зелени у зерновых культур и многолетних злаковых трав у основания верхних листочков, у многолетних бобовых культур и озимой вики – по появлению

свежих листочков из центра прикорневой розетки. Чтобы точнее установить наступление фазы можно заранее, сразу после схода снега, срезать листья 10 растений и по лишённым листьев растениям наблюдать начало возобновления роста.

Колошение зерновых культур отмечают, когда колос примерно на половину выдвинулся из влагалища верхнего листа, *вымётывание* проса и овса – при появлении верхушки метёлки из влагалища листа. Фазу определяют по стеблям верхнего яруса.

Фазу «ёлочки» льна отмечают, когда растения достигнут высоты 5-10 см, имеют 6-8 пар настоящих листьев.

Начало *цветения* гречихи, зернобобовых культур, льна, рапса, бобовых многолетних трав отмечают после зацветания первых цветков более чем у 10-15 % растений, полное цветение – после зацветания цветков более чем у 75 % растений; полное цветение озимой ржи – при появлении у большинства колосьев пыльников снаружи колосков. Цветение початков кукурузы устанавливается по появлению тычиночных нитей (рылец) из них. Цветение льна отмечается в первой половине дня, т. к. после обеда лепестки могут опадать.

Молочное состояние зерна отмечают, когда зерно в средней части колоса, а у овса в верхней части метёлки достигнет почти полной длины, но имеет зелёный цвет и полужидкое содержимое. При сжатии между пальцами оболочка зерна лопается и содержимое выдавливается наружу. У ржи и ячменя оно похоже на варёный некрутой белок желтоватого цвета, у пшеницы и тритикале имеет вид густой жидкости молочного цвета, у овса – вид жидкого молока. Растения ещё зелёные, пожелтение отмечается только у самых нижних листьев стебля.

Восковая (хозяйственная, уборочная) *спелость* характеризуется следующими признаками: зерно имеет жёлтую окраску, твердеет, но при надавливании ногтем легко режется; у ржи, ячменя и овса при сгибе зерно ломается.

Полную спелость у зерновых культур отмечают, когда зерно становится твёрдым, при надавливании ножом раскалывается. При встряхивании колоса или метёлки зерна осыпаются.

Фазы спелости кукурузы определяют по верхним початкам, раскрывая при каждом наблюдении без выбора 10 початков на концевых защитках. День, когда не менее 8 початков из 10 будут находиться в определяемой фазе, регистрируют как дату её наступления. Из зерна, находящегося в молочном состоянии, при надавливании выделяется белая молочнообразная жидкость. Молочно-восковую спелость отмечают, когда зерно имеет тестообразную массу, при его растирании ощущаются твёрдые крупинки. Зерно, достигшее восковой спелости имеет свойственную гибриду форму, цвет и консистенцию, не раздавливается пальцами, но ещё режется ногтем. Признаком полной спелости является появление на зерне в месте прикреп-

ления к початку (в средней его части) чёрного слоя, пожелтение обёрток, появление коричневого кольца на стебле в месте прикрепления початка.

У гречихи наступление *хозяйственной* спелости отмечают при побурении 2/3 плодов. Начало *спелости* у зернобобовых культур отмечают при пожелтении 1-2 нижних бобов у 10-15 % растений, а хозяйственную спелость у гороха, вики яровой и озимой – при созревании не менее 60-70 % бобов на большинстве растений, кормовых бобов – при побурении створок бобов 2-3 нижних ярусов, однолетнего люпина – при созревании 80-90 % бобов центральных соцветий.

У льна фазу *зелёной спелости* отмечают, когда стебли и коробочки ещё зелёные, но в нижней трети стебля листочки подсыхают; семена при раздавливании выделяют жидкость молочного цвета. При *ранней жёлтой спелости* листья нижней половины стебля начинают осыпаться, остальные (за исключением верхушечных) желтеют; семена в коробочках становятся светло-жёлтыми. В фазе *жёлтой спелости* все листья жёлтые, сохраняются они только у верхушки стебля, коробочки начинают буреть; семена светло-коричневые. При *полной спелости* льна все листья опадают, стебли и коробочки приобретают бурю окраску.

Если трудно определить на глаз наступление фазы, можно прибегнуть к количественному учёту. Для этого в трёх разных местах делянки произвольно отсчитывают по 15-20 растений и определяют количество вступивших в данную фазу. Результаты суммируют и вычисляют процент растений, вступивших в определяемую в данный момент фазу.

5.1.2 Расчёт продолжительности вегетационного периода

Продолжительность вегетационного периода рассчитывают от даты полных всходов до восковой (хозяйственной, уборочной) спелости. Межфазный период считается с того дня, когда отмечена фаза, начинающая период, и кончается в день, предшествующий наступлению фазы, замыкающей период [Методика..., 1985]. Например, фаза *полные всходы* отмечена 10 мая, фаза *полное колошение* – 26 июня, т. е. межфазный период всходы – колошение отсчитывается с 10 мая по 25 июня включительно. Период составит 47 дней (22 дня в мае, начиная с 10 мая, и 25 дней в июне, по 25 июня включительно).

Для подсчёта продолжительности вегетационного периода удобно пользоваться таблицей 19, в которой каждому дню дан порядковый номер. Из порядкового номера последнего дня данного периода вычитают порядковый номер последнего дня предыдущего периода. Так, для приведённого выше примера находим, что 26 июня будет 177 день, а 10 мая будет 130 день, тогда: $177 - 130 = 47$ дней.

Вегетационный период озимых культур и многолетних трав складывается из двух частей: осенней и весенне-летней. Первая завершается в

день прекращения осенней вегетации, вторая начинается в день возобновления весенней вегетации (начала отрастания). Рассчитывают продолжительность обеих частей как обычно, затем определяют их сумму. При этом даты прекращения осенней вегетации и начала весенней вегетации включаются в продолжительность вегетационного периода. Если на период наблюдений выпал високосный год, то к нумерации дат после 1 марта добавляется единица. Например, 10 мая будет не 130 днём, а 131.

Таблица 19 – Нумерация дней для вычисления продолжительности вегетационного периода и межфазных периодов

| Дата | Месяц | | | | | | | | | | | |
|------|---------|----------|------|---------|-----|------|------|--------|-----------|----------|---------|----------|
| | ян-варь | фев-раль | март | ап-рель | май | июнь | июль | август | сен-тябрь | ок-тябрь | но-ябрь | де-кабрь |
| 1 | 1 | 32 | 60 | 91 | 121 | 152 | 182 | 213 | 244 | 274 | 305 | 335 |
| 2 | 2 | 33 | 61 | 92 | 122 | 153 | 183 | 214 | 245 | 275 | 306 | 336 |
| 3 | 3 | 34 | 62 | 93 | 123 | 154 | 184 | 215 | 246 | 276 | 307 | 337 |
| 4 | 4 | 35 | 63 | 94 | 124 | 155 | 185 | 216 | 247 | 277 | 308 | 338 |
| 5 | 5 | 36 | 64 | 95 | 125 | 156 | 186 | 217 | 248 | 278 | 309 | 339 |
| 6 | 6 | 37 | 65 | 96 | 126 | 157 | 187 | 218 | 249 | 279 | 310 | 340 |
| 7 | 7 | 38 | 66 | 97 | 127 | 158 | 188 | 219 | 250 | 280 | 311 | 341 |
| 8 | 8 | 39 | 67 | 98 | 128 | 159 | 189 | 220 | 251 | 281 | 312 | 342 |
| 9 | 9 | 40 | 68 | 99 | 129 | 160 | 190 | 221 | 252 | 282 | 313 | 343 |
| 10 | 10 | 41 | 69 | 100 | 130 | 161 | 191 | 222 | 253 | 283 | 314 | 344 |
| 11 | 11 | 42 | 70 | 101 | 131 | 162 | 192 | 223 | 254 | 284 | 315 | 345 |
| 12 | 12 | 43 | 71 | 102 | 132 | 163 | 193 | 224 | 255 | 285 | 316 | 346 |
| 13 | 13 | 44 | 72 | 103 | 133 | 164 | 194 | 225 | 256 | 286 | 317 | 347 |
| 14 | 14 | 45 | 73 | 104 | 134 | 165 | 195 | 226 | 257 | 287 | 318 | 348 |
| 15 | 15 | 46 | 74 | 105 | 135 | 166 | 196 | 227 | 258 | 288 | 319 | 349 |
| 16 | 16 | 47 | 75 | 106 | 136 | 167 | 197 | 228 | 259 | 289 | 320 | 350 |
| 17 | 17 | 48 | 76 | 107 | 137 | 168 | 198 | 229 | 260 | 290 | 321 | 351 |
| 18 | 18 | 49 | 77 | 108 | 138 | 169 | 199 | 230 | 261 | 291 | 322 | 352 |
| 19 | 19 | 50 | 78 | 109 | 139 | 170 | 200 | 231 | 262 | 292 | 323 | 353 |
| 20 | 20 | 51 | 79 | 110 | 140 | 171 | 201 | 232 | 263 | 293 | 324 | 354 |
| 21 | 21 | 52 | 80 | 111 | 141 | 172 | 202 | 233 | 264 | 294 | 325 | 355 |
| 22 | 22 | 53 | 81 | 112 | 142 | 173 | 203 | 234 | 265 | 295 | 326 | 356 |
| 23 | 23 | 54 | 82 | 113 | 143 | 174 | 204 | 235 | 266 | 296 | 327 | 357 |
| 24 | 24 | 55 | 83 | 114 | 144 | 175 | 205 | 236 | 267 | 297 | 328 | 358 |
| 25 | 25 | 56 | 84 | 115 | 145 | 176 | 206 | 237 | 268 | 298 | 329 | 359 |
| 26 | 26 | 57 | 85 | 116 | 146 | 177 | 207 | 238 | 269 | 299 | 330 | 360 |
| 27 | 27 | 58 | 86 | 117 | 147 | 178 | 208 | 239 | 270 | 300 | 331 | 361 |
| 28 | 28 | 59 | 87 | 118 | 148 | 179 | 209 | 240 | 271 | 301 | 332 | 362 |
| 29 | 29 | - | 88 | 119 | 149 | 180 | 210 | 241 | 272 | 302 | 333 | 363 |
| 30 | 30 | - | 89 | 120 | 150 | 181 | 211 | 242 | 273 | 303 | 334 | 364 |
| 31 | 31 | - | 90 | - | 151 | - | 212 | 243 | - | 304 | - | 365 |

5.1.3 Вычисление средней многолетней даты наступления фазы

Средние многолетние даты по фазам развития исчисляются по всем годам от одной даты, условно принятой за начало. Для удобства определение проводят от первого числа самого раннего месяца, упоминаемого по годам в той или иной фазе [Методика..., 1985]. При этом за каждый год устанавливают количество дней от первого числа месяца до наступления фазы, за-

тем подсчитывают общее количество дней за все годы и выводят среднюю величину. Если эта величина не превысит 30 или 31 день (в зависимости от месяца), то она будет являться средней датой фазы. Если же указанное среднее количество дней будет больше 30 или 31 дня, то, исключая эти дни, получают среднюю дату фазы, относящуюся к следующему месяцу (таблица 20).

Таблица 20 – Вычисление средней многолетней даты наступления фазы

| Показатель | Год | | | | | | | | | | Средняя за 10 лет |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | |
| Дата наступления восковой спелости | 22.07 | 24.07 | 29.07 | 20.08 | 12.08 | 25.07 | 07.08 | 07.08 | 10.08 | 11.08 | 04.08 |
| Количество дней от 1 июля до наступления фазы | 22 | 24 | 29 | 51 | 43 | 25 | 38 | 38 | 41 | 42 | 35,3 |

Исключая из 35 дней, полученных в среднем за 10 лет, 31 день июля, получим среднюю дату установления восковой спелости – 04.08. Аналогично устанавливают средние даты и по другим фазам.

5.2 Фенологические наблюдения за овощными, плодовыми и ягодными растениями, учёты и наблюдения

5.2.1 Овощные растения

Фенологические наблюдения, необходимые для оценки влияния агроприёмов или факторов среды на рост и развитие растений, проводят на всех делянках опыта ежедневно, обычно по утрам. Отмечают начало каждой фазы, когда она наблюдается у 10 % растений, и массовое наступление – у 75 % растений. Процент растений, вступивших в ту или иную фазу, устанавливают подсчётом или глазомерно в зависимости от культуры, степени различий между вариантами по срокам и дружности наступления фаз роста и развития. При больших различиях этих показателей на одноименных делянках в разных повторениях устанавливают причину отклонения, записав сведения об этом в полевой дневник, а затем в полевой журнал.

У всех овощных культур отмечают дату посева семян или посадки рассады. Продолжительность вегетационного периода отсчитывают не от даты посева, а со времени появления всходов.

У капусты белокочанной, краснокочанной, цветной и савойской отмечают следующие фенологические фазы: появление всходов, дата пикировки сеянцев и посадки рассады в грунт, образование розетки, начало образования кочана, наступление технической зрелости; у капусты цветной и

белокочанной ранней – даты первого и последнего сбора урожая; у капусты белокочанной поздней – дату уборки урожая.

У томата, баклажана и перца отмечают даты появления всходов, пикировки сеянцев, образования первого или второго настоящего листа, посадки рассады в грунт, бутонизации, цветения (у томата отмечают время цветения и место заложения первой цветочной кисти), начала образования плодов, начала созревания плодов томата, технической зрелости плодов перца и баклажана, первого и последнего сбора урожая.

У огурца отмечают: появление всходов, образование третьего листа, начало образования боковых плетей, бутонизацию женских цветков, цветение мужских цветков, цветение женских цветков, образование завязей, дату первого и последнего сбора плодов.

У бахчевых культур отмечают: наступления тех же фаз, что и у огурца, но вместо фазы третьего листа – фазы шатрика.

У лука-репки и севка, выращиваемых из семян, лука из севка и выборка, чеснока отмечают: появление всходов (отрастания), образование луковицы, полегание листьев, подсыхание листьев, стрелкование растений, дату уборки урожая.

У корнеплодных овощных культур отмечают: появление всходов, начало образования корнеплодов (начало пучковой зрелости), наступление технической зрелости, дату уборки урожая.

У зеленных и пряновкусовых овощных культур отмечают: появление всходов, наступление технической зрелости (обычно при образовании 8-10 листьев), дату уборки урожая, если есть необходимость – начала образования цветоносов и соцветий, цветения, созревания семян.

У многолетних овощных культур (ревень, щавель, спаржа, многолетние виды лука, эстрагон, хрен, катран) отмечают: появление всходов или начало вегетации после перезимовки, техническую зрелость, дату уборки, начало отрастания вегетативной массы после срезки урожая. У хрена и катрана дополнительно к вышеперечисленным отмечают дату отмирания листьев.

Густоту стояния растений определяют на всех делянках дважды: после подсадки рассады или полного появления всходов посевных культур и перед уборкой урожая (у лука, корнеплодных и зеленных культур – при уборке) [Белик В. Ф., 1992].

5.2.2 Семечковые культуры

У плодовых культур регистрируют следующие фенофазы: распускание почек, т. е. начало вегетации, начало и конец цветения, конец роста побегов, созревание плодов, начало и конец листопада (конец вегетации). Начало распускания почек и срок созревания плодов отмечают через день, срок цветения – ежедневно, начало и конец листопада – раз в пять дней.

Фенологические наблюдения проводят на трёх типичных деревьях в течение всего эксперимента. Даты наступления фенофаз отмечают по следующим признакам.

Начало распускания почек – на деревьях появились первые лопнувшие почки, и на их вершинах показались кончики зелёных листочков. Эту дату отмечают отдельно для генеративных и вегетативных почек.

Начало цветения – на деревьях распустились 5-10 % цветков. *Конец цветения* – на деревьях отцвело около 90 % цветков, т. е. у 75 % цветков осыпались лепестки или цветки завяли и побурели.

Наступление съёмной зрелости плодов – плоды летних сортов пригодны к употреблению, а плоды осенних и зимних сортов достигли нормальной величины и приобрели соответствующую сорту окраску.

Конец роста побегов – сформировались верхушечные почки у большинства побегов, расположенных на концах проводников в верхней части кроны. Появление вторичного и третичного роста отмечают в примечании.

Начало листопада – опало до 25 % листьев, *конец листопада* – около 75 % деревьев сбросили листья. Если листопад не закончился до наступления устойчивых морозов, отмечают это в примечании и указывают процент оставшихся на деревьях листьев.

Конец вегетации – наступили устойчивые холода, вызвавшие прекращение вегетации.

Кроме этого, при фенологических наблюдениях определяют: характер фенофазы – интенсивное или медленное её прохождение; сдвиг фенофаз – запоздалое или преждевременное их наступление.

Фенологические наблюдения желательно проводить в течение 6-8 лет.

В сводном отчёте для каждой фенофазы указывают самый ранний, средний и поздний сроки её прохождения. Средний срок – это тот, который встречается чаще всего.

По данным фенологических наблюдений варианты группируют:

1) по срокам начала вегетации (рано-, средне- и поздневегетирующие);

2) по продолжительности периода цветения (короткий, средний и длинный);

3) по срокам созревания плодов – раннелетние, летние, позднелетние, раннеосенние, осенние, позднеосенние, раннезимние, зимние, позднезимние;

4) по срокам окончания роста побегов – заканчивающие рост рано, в средние сроки и поздно;

5) по срокам окончания вегетации – заканчивающие вегетацию рано, в средние сроки и поздно.

Средним сроком считается дата фенофазы, которая за годы исследований наблюдалась чаще всего.

Срок съёмной зрелости плодов определяют по содержанию крахмала методом Н. А. Целуйко с использованием йодида калия (1 г на 1 л дистиллированной воды). Чем меньше крахмала, тем спелее плод. Для этого снимают с дерева три типичных по развитию плода, делают продольные срезы, погружают их на 4-6 с в раствор йодида калия, определяют содержание крахмала и выражают его в баллах: 5 – вся поверхность среза черно-синяя; 4 – не окрашена поверхность среза лишь у плодоножки и семенного гнезда; 3 – слабо окрашена большая часть поверхности среза, имеются неокрашенные просветы; 2 – тёмное окрашивание появляется лишь под кожицей, мякоть темнеет незначительно; 1 – незначительное потемнение видно только под кожицей, остальная поверхность светло-жёлтая.

Отсутствие крахмала или незначительное его количество указывают на потребительскую зрелость плода. Съёмная зрелость для летних и раннеспелых сортов наступает при содержании крахмала, оценённом в 1-2 балла; для осенних и осенне-зимних – в 2-3 балла; для зимних и позднезимних – в 3-4 балла.

Этот метод необходимо дополнять морфологическими и биологическими показателями (окраска кожицы плодов, их аромат, консистенция мякоти и её плотность, лёгкость отделения плодов, вкус, побурение семян и др.).

Прогнозирование оптимального срока съёма плодов имеет большое значение, так как оно определяет лёжку плодов в плодохранилищах.

Определяют также *период съёма плодов*, т. е. возможное число дней от начала уборки до её окончания. У одних сортов он более растянут, что даёт возможность проводить уборку без спешки, у других, наоборот, весьма короткий. Так, у сорта Ренет Симиренко возможный период съёма плодов составляет около 15 дней, а у сорта Боровинка – в два раза меньше. На период съёма могут также влиять элементы агротехники, особенно полив, удобрение, обрезка и др.

В садах с большой площадью питания и малым числом деревьев на делянке (до 10) учитывают урожай на каждом дереве. При малых площадях питания и большом числе деревьев (более 10) учитывают урожай с каждой опытной делянки. При этом взвешивают его не в саду, а на точных весах грузового транспорта.

Сначала убирают урожай на защитных рядах и вывозят его из сада, а затем – на учётных частях делянок. Если урожай всего опыта за один день убрать невозможно, то сначала убирают урожай со всех вариантов одного повторения, затем – другого и т. д. Необходимо строго следить, чтобы в контейнерах или ящиках не перемешивались плоды с разных делянок.

В число учётных обязательно включают деревья, которые не плодоносят или слабо плодоносят в этом году, а также не вступившие в пору плодоношения. Деревья, посаженные вместо отбракованных, включают в

учёт тогда, когда урожай на них достигает уровня среднего урожая деревьев основной посадки.

Из учёта исключают также деревья, у которых урожай снижен из-за сильных механических повреждений; очаговых повреждений вредителями и болезнями; неблагоприятных почвенных условий (заболачивание, засоление, впадина); хищения; несоответствия привоя и подвоя, если в опыте один подвой; из-за других причин, не зависящих от варианта или сорта. Урожай с исключённых из учёта деревьев снимают раньше, чем с учётных. Исключают также деревья другого сорта и посадки, которые сильно отличаются по урожаю от деревьев основной посадки. Если делянка изрежена не под влиянием условий варианта, делают поправку на изреженность [Моисейченко В. Ф., 1994].

5.2.3 Ягодные культуры

5.2.3.1 Земляника

Начало цветения отмечают, когда распустилось 5-10 % цветков, конец цветения – когда отцвело до 90 % цветков, а у 75 % осыпались лепестки, либо побурели завязи. По типу цветка различают женский, гермафродитный, со стаминодиями (с незрелыми тычинками).

Началом созревания ягод считается дата, когда созрели первые ягоды, *концом созревания* – дата последнего сбора зрелых ягод.

Изменение окраски листьев учитывают осенью и выражают в баллах: 0 – окраска листьев не изменилась; 1 – изменилась на отдельных листьях; 2 – изменилась у 10 % листьев; 3 – изменилась у 30 % листьев; 4 – изменилась у 70 % листьев; 5 – окраска изменилась у более чем 70 % листьев.

Общее состояние растений определяют визуально в начале лета и осенью и выражают в баллах: 5 – растения сильнорослые, густо облиственные, листья крупные, хорошо окрашены; 4 – рост хороший, листья нормально развиты, следы зимних повреждений малозаметны; 3 – рост ослаблен, облиственность средняя, листья мелкие; 2 – растения неодинакового роста, изрежены, листья разного размера, бледно окрашены, следы зимних повреждений сильно заметны; 1 – растения очень угнетены, малорослые, листья мелкие, изреженные, с короткими черешками.

5.2.3.2 Смородина и крыжовник

Распускание почек отмечают, когда у большинства растений выдвигаются кончики листьев из почек. Учёты проводят через день.

Начало цветения считают, когда на кустах распустилось 3-5 % цветков, *концом цветения* – дату, когда на кустах отцвело 90-95 % цветков,

цветки с запоздалым цветением не учитывают. Эти учёт проводят также через день.

Начало созревания ягод фиксируют при появлении первых ягод, окрашенных в свойственный им цвет, *конец созревания* – при созревании последних ягод, у неодновременно созревших ягод – это день последнего сбора. Учёт делают через два дня и до конца созревания.

Конец роста отмечают при появлении у большинства однолетних ветвей вполне сформировавшихся верхушечных почек. При наличии вторичного роста отмечают его начало и конец. Окончание роста учитывают с интервалом в пять дней.

Началом листопада считают день, когда в результате естественного листопада опало 20-25 % листьев. Подсчёт делают с интервалом в пять дней. Конец листопада – это дата, когда большинство растений сбросило листья в процессе естественного листопада.

Степень листопада определяют визуально у тех сортов, которые до наступления холодов полностью не заканчивают вегетацию. Результаты выражают в процентах (опало около 20, 40, 60 и 80 % листьев). *Концом вегетации* у таких сортов считают дату наступления устойчивых холодов, вызвавших прекращение роста.

Все фенологические наблюдения увязывают с погодными условиями. Наблюдения за смородиной и крыжовником необходимо проводить не менее 3-4 лет, указывая самый ранний, средний и самый поздний срок прохождения фенофаз. Средним сроком считается наиболее часто встречающаяся дата наступления фенофаз в годы наблюдений, для определения *срока вступления смородины и крыжовника в период покоя* отрывают листья на постоянной двухлетней ветви сразу после окончания роста побегов и затем через каждые 10 дней до начала естественного листопада и учитывают число распускающихся новых листьев. В варианте подбирают три типичных куста, на каждом из которых выделяют типичную двухлетнюю ветвь. Отсутствие новых листьев означает, что растение вступило в период покоя.

Выход растений из периода покоя определяют двумя методами. По первому методу весной высаживают в вегетационные сосуды 10 однолетних растений одного варианта (сорта) и оставляют сосуды на воздухе до наступления зимы. С наступлением зимы и через каждые 10 дней в оранжерею вносят по два растения каждого варианта (сорта) и с интервалом 10 дней учитывают распускание почек. По второму методу с наступлением зимы и через каждые 10 дней срезают с трёх типичных кустов по одной однолетней ветви и ставят их в оранжерею в сосуды с водой при температуре +15...+20 °С. Распускание почек учитывают каждые 10 дней. Этот метод менее точен.

Длительность периода покоя – это число дней от момента вступления растений в период покоя до массового распускания листьев на контрольных ветвях. Наблюдения необходимо проводить не менее трёх лет.

5.2.3.3 Малина

Начало распускания почек – лопнули почки, и появились кончики листьев. Дату отмечают по первым распустившимся почкам.

Начало цветения – распустилось 5-10 % цветков. *Степень цветения* определяют визуально в период массового цветения и выражают в баллах: 5 – цветение обильное; 4 – хорошее; 3 – среднее; 2 – слабое; 1 – очень слабое; 0 – цветение отсутствует. *Конец цветения* – на делянке отцвело 90 % цветков, т. е. у 75 % цветков осыпались лепестки, а остальные завязи побурели или завяли.

Начало созревания ягод – дата созревания первых ягод. *Конец созревания ягод* – дата последнего сбора зрелых ягод.

Начало роста – появление прикорневых побегов (отпрысков) у основания куста. *Конец роста* – у большинства побегов сформировались верхушечные почки [Моисейченко В. Ф., 1994].

5.3 Учёт густоты стояния растений

Учёт густоты стояния растений проводят на выделенных в фазе полных всходов площадках во всех повторениях опыта. В зависимости от способа посева в пробную площадку включают два смежных ряда сплошного или один рядок широкорядного посева, или два ряда ленты при ленточном посеве. На крайних рядах делянок пробную площадку не размещают. На делянке закладывают 3 пробные площадки, размещаемые по её диагонали, примерно на одинаковом расстоянии друг от друга и по одной линии на всех делянках яруса. Площадки отмечают четырьмя колышками, устанавливаемыми по углам площадки. Для ориентации при взятии пробных снопов на линии этих площадок на межделяночных дорожках через несколько делянок можно поставить более высокие колышки.

Размер пробной площадки равен $1/6 \text{ м}^2$. Длину выделенной площадки определяют по формуле:

$$Д = \frac{10\ 000}{6 \times Р \times М},$$

где: Д – длина пробной площадки, см;

Р – количество рядков на площадке (2 или 1);

М – ширина междурядья, см.

Выделенные площадки служат для определения густоты всходов, количества сохранившихся растений и стеблей к уборке.

У культур сплошного и широкорядного способа посева без заданного расстояния между растениями полевую всхожесть определяют по формуле:

$$P_B = \frac{B}{C} \times 100,$$

где: P_B – полевая всхожесть, %;

B – количество растений в период полных всходов, шт./м²;

C – количество фактически высеванных всхожих семян, шт./м².

С помощью повторного определения густоты стояния растений перед уборкой оценивают степень изреженности посевов в течение вегетации (сохранность). Перед уборкой растения с пробных площадок выкапывают и собирают в сноп для лабораторного анализа. В случае, если часть делянки, где расположены выделенные площадки, по каким-либо причинам погибла, их не заменяют.

5.4 Оценка зимостойкости

5.4.1 Полевые культуры

Зимостойкость – комплексное свойство. Она зависит от способности сорта противостоять различным факторам, вызывающим гибель растений в зимне-весенний период: вымерзанию, выпреванию, вымоканию, выпиранию, ледяной корке, инфекционным болезням, которые зачастую проявляются в разных сочетаниях.

Существует несколько способов оценки зимостойкости. Самый простой способ – *глазомерная оценка на основании данных осеннего и весеннего учётов состояния посевов*. Оценку проводят в каждом повторении. Если состояние растений за зимний период не ухудшилось, зимостойкость оценивают в 5 баллов, если же балл состояния посевов весной ниже оценки, полученной перед уходом в зиму, зимостойкость оценивают соответственно ниже [Методика..., 1989]. При этом используют следующую схему, приведённую в таблице 21.

Таблица 21 – Оценка зимостойкости на основании осеннего и весеннего учётов состояния посевов

| | | Зимостойкость, балл | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| Состояние посева осенью, балл | 1,0 | 2,5 | 3,5 | 4,5 | | | | | | | | | |
| | 1,5 | 1,8 | 2,5 | 3,5 | 5,0 | | | | | | | | |
| | 2,0 | 1,3 | 1,8 | 2,9 | 3,8 | 5,0 | | | | | | | |
| | 2,5 | 0,8 | 1,3 | 2,4 | 3,0 | 3,7 | 5,0 | | | | | | |
| | 3,0 | 0,6 | 0,8 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | | | | | |
| | 3,5 | 0,4 | 0,6 | 1,7 | 2,2 | 2,6 | 3,4 | 4,2 | 5,0 | | | | |
| | 4,0 | 0,0 | 0,4 | 1,4 | 1,9 | 2,3 | 3,0 | 3,7 | 4,3 | 5,0 | | | |
| | 4,5 | 0,0 | 0,0 | 1,2 | 1,7 | 2,1 | 2,7 | 3,3 | 3,9 | 4,4 | 5,0 | | |
| | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 5,0 | 5,0 | |
| | | Состояние посева весной, балл | | | | | | | | | | | |
| | | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | |

Среднюю оценку зимостойкости рассчитывают с точностью до 0,1 балла как среднее арифметическое этого показателя по повторениям.

Оценку состояния посевов осенью перед уходом в зиму и весной после начала отрастания листьев проводят в каждом повторении в баллах:

- ✓ 5 баллов – состояние отличное, посев заданной густоты, не переросший, кустистость хорошая (коэффициент кущения 3-4), пожелтение листьев отсутствует;
- ✓ 4 балла – состояние хорошее, густота посева 71-80 % от заданной, растения не переросшие, кущение с осени не завершено, без признаков болезней и поражений скрытостебельными вредителями;
- ✓ 3 балла – состояние посредственное, густота посева 61-70 % от заданной, кущение слабое или растения осенью переросшие, среднее развитие болезней и вредителей;
- ✓ 2 балла – состояние плохое, густота посева 51-60 % от заданной, кущение осенью не наступило, сильное развитие болезней и вредителей, почва уплотнена с большим количеством трещин;
- ✓ 1 балл – состояние осенью плохое, густота посева 31-50 % от заданной, растения очень слабые;
- ✓ 0 баллов – посев погиб, сохранившихся растений не более 30 %.

В тех случаях, когда посевы после выхода из-под снега имеют пёстрый вид из-за неравномерного выпадения растений (пятнами, плешинами), следует применять дробную глазомерную оценку для весеннего учёта состояния посевов. Для этого делянку по длине разбивают на квадратные площадки, каждую из них просматривают и оценивают по 5-балльной шкале, затем все баллы складывают и сумму делят на количество площадок. Полученное число является средним баллом оценки состояния растений на всей делянке.

В соответствии с *методикой Всероссийского НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова* [Пополнение..., 1999], зимостойкость определяется глазомерно весной после начала отрастания по количеству сохранившихся растений:

- ✓ 5 баллов (очень высокая) – перезимовало более 90 % взошедших растений;
- ✓ 4 балла (высокая) – незначительные повреждения, перезимовало 71-90 % взошедших растений;
- ✓ 3 балла (средняя) – сохранилось 51-70 % растений;
- ✓ 2 балла (низкая) – сохранилось менее половины растений;
- ✓ 1 балл (очень низкая) – сохранилось менее 30 % растений.

Более объективная оценка даётся при количественном учёте погибших растений весной – *методом выкопки*. Для этого осенью на концевых защитках делянок выделяют пробные площадки аналогично тем, что делаются при учёте густоты стояния растений. Весной, после начала отрастания озимых, когда можно чётко отличить живые растения от погибших,

выкапывают их с площадок и подсчитывают те и другие. Рассчитывают процент погибших растений по отношению ко всем растениям для каждого повторения варианта опыта и находят средний процент с точностью до 1.

Например, при подсчёте установлено, что в сумме со всех площадок делянки количество растений составило 264 шт., в т. ч. живых – 193 шт., мёртвых – 71 шт. Перезимовка составит 73 % ($193 : 264 \times 100$).

5.4.2 Плодовые и ягодные растения

5.4.2.1 Плодовые культуры

Степень подмерзания однолеток учитывают на следующий год весной перед срезкой их на крону. Результаты выражают в баллах: 0 – подмерзаний нет; 1 – очень слабое подмерзание (верхушки побурели у большинства растений, у остальных они усохли или имеются слабые ожоги коры); 2 – слабое подмерзание (побурела сердцевина и частично древесина до половины длины стволика у 25 % однолетних саженцев отмерли верхушки, имеются слабые ожоги коры); 3 – среднее подмерзание (побурела древесина стволиков, до 30 % растений вымерзло до уровня снежного покрова); 4 – сильное подмерзание (50 % растений вымерзло до уровня снежного покрова, у остальных сильные ожоги на стволиках); 5 – более 75 % однолетних саженцев полностью вымерзло.

Степень подпревания коры на стволиках в период зимней прикопки учитывают во время раскопки саженцев. Число подопревших саженцев выражают в процентах от числа прикопанных.

5.4.2.2 Косточковые культуры

Зимостойкость цветковых почек у косточковых культур определяют по следующей методике. В каждом варианте или по каждому сорту выбирают по три типичных дерева и на них отмечают с северной стороны на высоте роста учётчика учётные ветки. В фазе обособления бутонов подсчитывают число распустившихся и нераспустившихся генеративных почек из 100 на каждом дереве. Отмечают процент распустившихся почек и процент цветков с пестиками.

В связи с тем, что у вишни бывает от 2 до 12 зачатков цветков в почке, для вишни делают дополнительные учётные ветки. До распускания генеративных почек подсчитывают число повреждённых цветков и общее число заложившихся в каждой цветковой почке путём осмотра поперечных срезов 100 почек. Рассчитывают процент сохранившихся цветков, генеративных почек и пестиков.

Характеристику сортов или деревьев в вариантах по зимостойкости генеративных почек дают на весь период плодоношения. Сорты и деревья

распределяют на пять групп: высокозимостойкие – повреждений генеративных почек нет; зимостойкие – до 30 % почек имеют повреждённые цветки или пестики и до 15 % полностью погибшие генеративные почки; среднезимостойкие – до 60 % почек имеют повреждённые цветки или пестики и до 30 % полностью погибшие цветковые почки; малозимостойкие – до 90 % почек имеют повреждённые цветки или пестики и до 60 % полностью погибшие генеративные почки; незимостойкие – все генеративные почки погибли.

5.4.2.3 Земляника

Степень подмерзания растений определяют весной в период усиленного роста перед цветением и выражают в баллах: 0 – подмерзаний не наблюдалось; 1 – вымерзло до 10 % рожков, растения хорошо развиваются; 2 – вымерзло до 20 % рожков, выпали отдельные маточные кусты, сохранившиеся кусты развиваются неравномерно; 3 – вымерзло до 50 % рожков и маточных кустов, растения ослабленные, развиваются неравномерно; 4 – вымерзло до 75 % рожков и маточных кустов, растения развиваются плохо, листья мелкие, разного размера, при отрастании часто засыхают; 5 – вымерзли все растения, или появляются одиночные мелкие листочки, которые засыхают.

Степень подмерзания корневищ определяют весной. Корневища разрезают, осматривают, результаты выражают в баллах: 0 – ткани корневища светло окрашены, растения развиваются нормально; 1 – ткани корневища немного побурели, рост растений замедлен, но плодоношение нормальное; 2 – ткани корневища светло-коричневые, рожки отрастают недружно, но рост восстанавливается, плодоношение нормальное; 3 – ткани корневища коричневые, часть растений гибнет, у оставшихся рост ослаблен, листья мелкие, невыравненные, нетипичные; 4 – ткани корневища темно-коричневые, вымерзла большая часть маточных кустов, оставшиеся сильно угнетены, имеют карликовый вид. Листья изрежены, мелкие, с короткими черешками и засыхают; 5 – полная гибель растений от вымерзания.

Степень перезимовки листьев учитывают весной, результаты выражают в баллах: 0 – листья не подмёрзли; 1 – побурело до 15 % листьев; 2 – побурело до 30 % листьев; 3 – побурело до 50 % листьев; 4 – побурело более 50 % листьев; 5 – побурели все листья.

Подмерзание генеративных образований выявляют весной до появления цветоносов. Для этого в варианте отбирают 60 розеток (по 10-15 с делянки), очищают их от листьев, корней, промывают водой, делают срезы почек (сердечек), просматривают через бинокляр и по окраске зачатков соцветий определяют степень повреждения. Число подмерзших почек и цветоносов выражают в процентах.

По степени зимостойкости растения земляники подразделяют на группы: 1 – зимостойкие, в неблагоприятные зимы степень подмерзания оценивается в 1 балл, в обычные зимы растения не подмерзают; 2 – среднезимостойкие, в неблагоприятные зимы степень подмерзания оценивается в 2 балла, в обычные зимы растения подмерзают слабо; 3 – малозимостойкие, в неблагоприятные зимы степень подмерзания оценивается в 3 балла, в обычные зимы подмерзание среднее или слабое; 4 – незимостойкие, подмерзают даже в обычные зимы, а в неблагоприятные балл подмерзания 4 или 5.

Повреждение цветков весенними заморозками учитывают на второй-третий день после заморозков, когда обнаружатся признаки повреждения раскрывшихся цветков и бутонов. Для этого на каждой делянке берут по 20-25 цветков, подсчитывают количество повреждений и результаты выражают в процентах по каждой повторности.

5.4.2.4 Смородина и крыжовник

Степень подмерзания ветвей и почек изучают на всех кустах всех повторений и выражают в баллах: 0 – нет подмерзания; 1 – подмёрзли концы однолетних приростов (не более 1/4 длины прироста), возможно более сильное подмерзание единичных однолетних ветвей; 2 – однолетние приросты подмёрзли сильнее, возможно полное вымерзание отдельных однолетних и многолетних ветвей; 3 – подмёрзла двухлетняя древесина на некоторых многолетних ветвях; 4 – вымерзла большая часть многолетних ветвей куста; 5 – полностью вымерз куст. Средний балл подмерзания вычисляют, деля сумму баллов всех учётных кустов на число кустов.

Подмерзание смешанных почек (вегетативных и генеративных) определяют по количеству погибших почек на каждом кусте каждого повторения и выражают в баллах: 0 – признаков подмерзания нет; 1 – вымерзло около 10 % почек; 2 – вымерзло около 25 %; 3 – вымерзло около 50 %; 4 – вымерзло около 75 %; 5 – вымерзло более 75 % почек.

Подмерзание генеративных почек. С однолетних приростов берут среднюю пробу из 150 почек (по 50 в трёх повторностях), делают продольные срезы каждой из них и просматривают под биноклем, подсчитывают процент побуревших почек и результаты выражают в трёх градациях: 1) слабое подмерзание – подмёрзло до 10 % генеративных почек; 2) среднее – подмёрзло до 30 % генеративных почек; 3) сильное – подмёрзло более 30 % генеративных почек.

Степень подмерзания корней определяют на одном типичном кусте в каждой повторности. Для этого раскапывают корневую систему полосами метровой ширины от штамба до периферии кроны и выбирают корни по горизонтам 0-10, 11-20, 21-30 см. Если в каком-либо горизонте подмёрзших корней нет, раскопку прекращают. По каждому горизонту выделяют

три фракции корней с диаметром до 2, 2-5 и более 5 мм. В каждой фракции берут по 10 отрезков длиной до 10 см. Корни отмывают от почвы, помечают этикетками и просматривают их поперечные срезы. Результаты выражают в баллах: 0 – повреждений нет; 1 – повреждена узкая зона сердцевины, имеющая буровато-коричневую окраску; 2 – повреждена сердцевина и до половины тканей древесины; 3 – повреждены все ткани, лежащие внутрь от камбия; 4 – помимо тканей древесины сплошь или отдельными участками повреждена и флоэма; 5 – полностью повреждены ткани древесины и коры.

Устойчивость к весенним заморозкам изучают через 3-5 дней после заморозков, когда повреждение хорошо заметно на бутонах, цветках или молодых ягодах. Общий балл повреждения от заморозков устанавливают путём суммирования баллов отдельно по бутонам, цветкам и ягодам. Так, если бутоны повреждены на 25 %, а завязь – на 50 %, то общее повреждение составит 75 %, т. е. 4 балла.

По степени зимостойкости растения смородины и крыжовника распределяют на следующие группы: 1 – высокозимостойкие, не подмерзающие даже в суровые зимы; 2 – зимостойкие, незначительно подмерзающие в суровые зимы и не имеющие повреждений в обычные зимы (средний балл подмерзания 1-2); 3 – среднезимостойкие, значительно подмерзающие в суровые зимы и слабо – в обычные (средний балл подмерзания 2-3); 4 – незимостойкие, значительно подмерзающие даже в обычные зимы, а в неблагоприятные – особенно сильно (средний балл подмерзания 4); 5 – растения вымерзают полностью.

5.4.2.5 Малина

Подмерзание кустов определяют визуально во время цветения на 1 м² и выражают в баллах: 0 – подмерзаний нет; 1 – подмёрзли концы прикорневых ветвей до 1/4 длины, возможно более сильное подмерзание единичных ветвей, почки не повреждены; 2 – подмёрзла 1/3 длины прикорневых ветвей, вымерзли отдельные почки, возможно полное вымерзание отдельных ветвей; 3 – вымерзло до 1/2 длины ветвей и до 25 % почек, возможно полное вымерзание 1/3 всех ветвей; 4 – подмёрзло до 3/4 длины прикорневых ветвей и до 50 % почек, вымерзла полностью вся надземная часть.

Подмерзание почек. Весной до распускания почек в каждой повторности срезают на четырёх типичных ветвях две трети их длины, вносят отрезки в тёплое помещение и ставят в сосуды с тёплой водой. Через 4-6 дней берут 100 почек со средней и верхней, не подлежащей весенней обрезке части побегов, делают продольные срезы и просматривают под микроскопом. Результаты выражают в баллах: 0 – подмерзаний нет; 1 –

подмёрзло до 10 % почек; 2 – подмёрзло до 30 % почек; 3 – подмёрзло более 30 % почек [Моисейченко В. Ф., 1994].

5.5 Оценка устойчивости к полеганию

Устойчивость к полеганию отмечают в баллах. Оценку проводят не менее двух раз: первую – в день полегания, вторую – перед уборкой. Степень устойчивости к этому фактору оценивают по характеру наклона растений:

- ✓ 5 баллов (очень высокая) – все растения стоят вертикально;
- ✓ 4 балла (высокая) – растения полегли, но выпрямились или полёгшие в слабой степени;
- ✓ 3 балла (средняя) – угол наклона относительно вертикали составляет 30-45°;
- ✓ 2 балла (низкая) – угол наклона 70-85°, механизированная уборка затруднена;
- ✓ 1 балл (очень низкая) – растения полностью лежат на земле, полегание отмечено задолго до уборки, посевы непригодны для механизированной уборки.

В необходимых случаях оценку проводят с точностью до 0,5 балла.

Наряду с оценкой полегания в баллах, по каждому варианту опыта отмечают дату полегания и фазу вегетации растений. Дополнительно указывается причина, вызвавшая полегание растений (ливень, сильный ветер, град и т.п.), густота стеблестоя (изреженный, загущённый или нормальный), тип полегания (корневое, стеблевое и др.), характер полегания (сплошное, пятнами, с различным наклоном растений и т. п.).

5.6 Учёт биометрических показателей овощных и плодово-ягодных культур

Для создания высокопродуктивных посевов и посадок необходимы учёты морфо-биометрических показателей растений. Их проводят в определённые фазы развития культур, в ответственные периоды образования и развития продуктивных органов, составляющих структуру урожая.

Данные, полученные для одновозрастных растений и одних и тех же фаз их развития, позволяют сравнивать результаты разных лет, обычно различающихся погодными условиями, влияющими на темп развития растений. Морфо-биометрическая диагностика даёт ответ на вопрос о формировании урожайности. Она основана на учётах прироста массы растений, количества и темпа образования новых органов, их соотношения между собой, на оценке состояния растения в течение всей вегетации и на анализе структуры урожайности.

5.6.1 Изучение роста плодовых и ягодных культур

Рост деревьев изучают по следующим показателям: высота, окружность штамба, диаметр, форма и густота кроны, длина побегов, площадь листьев, длина корней, их масса и др. В агротехнических опытах эти исследования проводят ежегодно.

Высоту деревьев измеряют мерной рейкой с делениями 1 см. Наивысшую точку отмеряют по наиболее плотной части кроны, а не по высоте отдельных побегов. Мерную рейку устанавливают рядом с деревом нулевой отметкой вниз, на уровень почвы сада. Один из учётчиков держит рейку, другой, отойдя в сторону, делает отсчёт. Эти измерения проводят в один срок: либо после уборки урожая, когда ветви, освобождаясь от плодов, выпрямляются, либо весной будущего года, но только до весенней обрезки.

Диаметр кроны измеряют в те же сроки, что и высоту дерева, и той же мерной рейкой. Для этого у деревьев со сферической кроной справа и слева, вдоль и поперёк ряда в наиболее плотной части диаметра кроны мысленно опускают на почву перпендикуляр. В местах соприкосновения перпендикуляра с почвой делают две засечки вдоль ряда и две поперёк. Расстояние между засечками измеряют мерной рейкой. Из двух измерений вычисляют среднее.

Окружность штамба измеряют в конце вегетации мерной лентой, натягивая её вокруг штамба равномерно и без перекосов на высоте 30 см от поверхности почвы, у низкоштамбовых и кустовых деревьев – на высоте 10 см.

У молодых деревьев измеряют не окружность, а диаметр штамба с помощью штангенциркуля в двух взаимно перпендикулярных направлениях (вдоль и поперёк ряда). Берут среднее из двух измерений и рассчитывают окружность штамба по формуле:

$$C = \pi \times D,$$

где: π – постоянное число, равное 3,14;

D – диаметр штамба.

Наиболее ценным показателем является поперечное сечение штамба, затем – его окружность и наименее ценным – диаметр. Поэтому данные о диаметре используют для определения окружности штамба.

Суммарную длину однолетних ветвей определяют в конце вегетации. У молодых деревьев мерной лентой измеряют от основания до верхушечной почки все ветви длиной не менее 5 см, которые выросли в течение вегетационного периода. Так как у взрослых деревьев измерить все побеги трудно, поступают следующим образом. Подбирают и метят краской удобную для учёта контрольную ветвь и определяют, какую часть от

всей кроны она составляет. В зависимости от возраста дерева это может быть $1/5$ или $1/10$. Суммарную длину однолетних ветвей контрольной ветви умножают соответственно на 5 или 10 и получают суммарную длину побегов на всем дереве.

Средняя длина однолетних ветвей может быть рассчитана путём деления суммарной длины ветвей на их число. Однако средняя длина однолетних ветвей малопригодна для учёта, так как не отражает объективно условия роста растений. Так, в хороших условиях деревья дают высокий урожай, а средняя длина однолетних ветвей при этом будет меньше, чем в год с низким урожаем.

Число развитых побегов. У молодых деревьев подсчитывают все хорошо развитые побеги, у взрослых – лишь на отдельных, удобных для учёта контрольных ветвях, составляющих определённую часть всей кроны. Затем делают пересчёт на всю крону, как при учёте суммарной длины побегов на всем дереве.

Те же наблюдения проводят на плантациях ягодных насаждений с учётом специфики каждой культуры.

Структура урожайности всех плодовых и ягодных культур включает число растений на единице площади, число плодов (ягод) на дереве или кусте, среднюю массу одного плода или десяти ягод. Отмечают процент товарной продукции от общего урожая, качество плодов и ягод, количество повреждённых и поражённых (вредителями, болезнями, морозом, механически и т. д.) [Белик В. Ф., 1992; Моисейченко В. Ф., 1994].

5.6.2 Изучение роста овощных культур

К овощным относятся биологически разные культуры, в том числе однолетние и двулетние. Различны их требования к климатическим условиям. Одни – салат, огурец, морковь, свёкла – в условиях средней полосы нашей страны успевают дать урожай при посеве семенами весной. Другие – капуста, томат – требуют удлинения вегетационного периода, что возможно при выращивании рассады. Контроль растений первой группы проводят при выращивании их в поле. У культур второй группы сначала контролируют ход роста и питания рассады, а затем – её приживаемость и последующее развитие. При морфо-биометрической диагностике рассады отмечают: даты образования новых листьев, их число, размер, окраску, сырую массу надземной части и корней.

На опытной делянке по диагонали выделяют в трёх-пяти местах по 10 растений подряд, исключая повреждённые вредителями или поражённые болезнями, для учёта густоты стояния, высоты, числа листьев, цветков и плодов, темпа их образования, общего состояния растений и определения структуры урожайности при уборке. Определяют также средний размер одного плода, кочана, корнеплода, луковицы и процент товарной продук-

ции. Для выявления динамики прироста общей массы и отдельных органов отбирают растения такого же состояния около контрольных площадок.

У растений *капусты* учитывают число листьев (при первом и втором учётах), длину и ширину черешков, диаметр розетки листьев в двух направлениях, диаметр кочанов. Учёты проводят у рассады перед высадкой в грунт, у кочанов – через 5 дней после их массового завязывания, а также при первом и последнем сборах урожая.

У растений *томата* учитывают высоту главного стебля, число боковых побегов, число и площадь листьев, число кистей и листьев, над которым они заложены, число плодов на кистях. У рассады учёты делают перед высадкой, после посадки, у растений во время массового цветения, при первом и последнем сборах урожая.

У *корнеплодов* определяют число листьев и длину наибольшего листа, площадь листьев, массу корнеплодов с ботвой и без ботвы, диаметр корнеплодов и их длину. Учёты проводят при появлении третьего настоящего листа, при уборке в пучковой и технической зрелости корнеплодов.

У растений *огурца, арбуза, дыни и тыквы* учитывают длину главного и боковых побегов, число и площадь листьев, число боковых побегов, мужских и женских цветков, завязей, место заложения завязи, продольный и поперечный диаметры плодов. У *огурца* учёты проводят в фазе третьего листа, в начале цветения женских цветков, в начале плодоношения, в период наибольшего сбора плодов и при последнем сборе.

У растений *лука* определяют число листьев, длину наибольшего листа, диаметр луковицы. Учёты проводят при появлении третьего листа, в начале образования луковицы и при сборе урожая.

Во всех случаях учитывают процент товарной части урожая и отношение ботвы к продуктивным частям. Отмечают также процент больных плодов, плодов с отклонениями от нормального развития [Белик В. Ф., 1992; Моисейченко В. Ф., 1994].

5.7 Фотосинтетическая деятельность растений

5.7.1 Определение площади листьев

Одним из основополагающих процессов, который лежит в основе роста растений, накопления хозяйственного урожая, является фотосинтез. Его продуктивность зависит от площади листьев и продолжительности их активной деятельности. В зависимости от целей и задач исследований, места их проведения можно определять либо площадь одного листа (для этого используется сформированный лист 3-4 яруса), либо площадь одного растения, либо суммарную площадь листьев группы растений (например, на учётной площадке полевого опыта). Для определения *площади листовой поверхности* разработано много методов и приёмов.

Метод определения площади листьев по его параметрам основан на сопоставлении фигуры листа с некоторой простой геометрической фигурой, достаточно хорошо совпадающей с конфигурацией данного листа. Его можно использовать только при работе с растениями, имеющими листовую пластинку сравнительно простой и устойчиво сохраняющейся формы. Метод характеризуется простотой, высокой производительностью. Этот метод удобен тем, что не требует срезания листьев с растения для определения их площади. Однако одновременно ему присуща невысокая точность.

Для исследования листа растения нужно вписать в соответствующую фигуру, так, чтобы основные его параметры их были общими. Например, листья злаков легко вписываются в вытянутый прямоугольник. Измерив ширину (a) и длину (b) такого прямоугольника, находят его площадь, которая равна $S = a \cdot b$. Однако фактическая площадь листа ($S_{л}$) будет меньше площади геометрической фигуры (S). Поправочный коэффициент можно определить, дополнительно измерив площадь листа ($S_{л}$) любым другим из ниже перечисленных методов,

$$K = S_{л} / S.$$

Но поправочный коэффициент (K) можно определить и весовым методом: на точных весах взвесить вырезанную из бумаги, построенную по длине и ширине листа соответствующую фигуру ($M_{ф}$) и вырезанный из этой же бумаги контур листа ($M_{л}$).

$$K = M_{л} / M_{ф}.$$

Отсюда, фактическая площадь листа злака будет равна:

$$S_{л} = K \cdot a \cdot b.$$

Так, например, поправочный коэффициент K для кукурузы равен 0,68, ячменя, овса, пшеницы – 0,65, сахарной свёклы – 0,76, огурца – 0,56, для разных сортов яблони он колеблется от 0,62 до 0,74. По некоторым экспериментальным данным для линейных листьев злаков можно использовать формулу:

$$S = 2/3 a \cdot b.$$

Аналогично предварительно вычисляют поправочные коэффициенты для листьев других растений, моделируя их с соответствующими простыми геометрическими фигурами (прямоугольник, круг, эллипс). Причём коэффициент K получают на основании анализа многих листьев и

несколько раз в течение вегетационного периода, так как нередко конфигурация листьев претерпевает значительные возрастные изменения. Кроме того, необходимо систематически проверять применимость ранее рассчитанных поправочных коэффициентов.

Весовой метод определения площади листа основан на прямой пропорциональности между массой и площадью бумаги. Метод можно применять только в том случае, если бумага достаточно однородна.

Вырезают из бумаги квадрат площадью 100 см² (10 × 10 см) и взвешивают его на весах. На другой лист такой же бумаги кладут исследуемый лист растения, тщательно обводят его контур остро отточенным карандашом, вырезают по контуру и также взвешивают. Составляют пропорцию: если квадрат бумаги в 100 см² имеет массу А г, а контур листа, вырезанный из бумаги, площадью S_л имеет массу В г, искомую площадь листа можно найти следующим образом:

$$S_{л} = \frac{100 \cdot В}{А}, \text{ см}^2.$$

Этот метод широко применяется. Он прост и достаточно точен, но малопроизводителен. Его можно использовать как в полевых, так и в лабораторных исследованиях, но его практически нельзя использовать при исследовании гофрированных и сложных листьев. Точность метода зависит от следующих моментов: насколько остро отточен карандаш (нельзя использовать ручку, за счёт которой увеличивается масса контура листа), точности обводки и вырезания контура листа.

Метод отпечатков аналогичен весовому методу. Но контур листа получают с помощью светочувствительной бумаги, метод изготовления и проявки которой довольно трудоёмкий.

Метод высечек. Это наиболее доступный и продуктивный метод, особенно для полевых опытов. Может использоваться как в лабораторных, так и в природных условиях, но с невысокой точностью.

Для исследования отбирают среднюю пробу: у травянистых растений с 10 шт. растений быстро срезают все сформировавшиеся листья, у древесно-кустарниковых растений срезают из разных частей кроны 10-20 шт. листьев и определяют их общую сырую массу. Затем из каждого листа выбивают пробочным сверлом определённого диаметра несколько высечек (по 3-5 шт. из каждого листа), не захватывая среднюю толстую жилку, объединяют вместе (30-50 шт.) и взвешивают. Диаметр сверла выбирают в зависимости от размеров листовой пластинки и её поверхностной плотности. Ускорить процесс можно, сложив листья аккуратной стопкой, более или менее точно совмещая среднюю жилку и края листовых пластинок, и пробивать сверлом сразу всю стопку листьев. Площадь листьев определяется по формуле:

$$S = \frac{a \cdot d \cdot n}{b} = \frac{a \cdot c}{b},$$

где: a – общая масса сырых листьев, г;

b – общая масса сырых высечек, г;

c – общая площадь высечек, см², она должна быть не менее 10-20 см²;

d – площадь ($\pi \cdot r^2$) одной высечки, см²;

n – число высечек, шт.

Если надо определить среднюю площадь одного листа ($S_{л}$), полученную величину по вышеописанной формуле надо разделить на количество использованных листьев. Точность данного метода зависит от быстроты работы. С момента срезания листьев с растений и до взвешивания высечек должно пройти минимальное время, листья и высечки должны потерять как можно меньше воды.

Метод определения площади листа с помощью трафаретки является наиболее простым и доступным при использовании в полевых условиях. Однако для него характерна невысокая точность. Процесс подсчёта различается в зависимости от вида трафаретки.

При первом способе срезанный с растения лист кладут на миллиметровую бумагу, обводят точно контур остро отточенным карандашом. Считают количество квадратных миллиметров, полностью перекрытых контуром. При этом по краю листа за целый миллиметр принимают квадраты, перекрытые больше, чем на $\frac{1}{2}$ мм², а меньше $\frac{1}{2}$ мм² в расчёт не принимаются.

При втором способе в качестве трафарета используется калька или вощёная бумага, расчерченная на квадраты по 1 см² (можно калиброванную пластинку изготовить из оргстекла путём нанесения острым предметом сетки квадратов). При расчётах сначала подсчитываются квадратные сантиметры, полностью перекрытые контуром, а затем общее количество квадратов, перекрытых частично (больше или меньше) по краю листа и их сумма делится пополам. Первый и второй показатели суммируются.

Зная число растений (например, на делянке полевого опыта), среднее количество листьев на растении, можно вычислить их общую листовую поверхность, листовой индекс, фотосинтетический потенциал.

5.7.2 Определение листового индекса

Листовой индекс (L) – это отношение общей суммарной площади листьев растений к занимаемой ими площади земли, для культурных растений – к площади посева.

$$L = S_{\text{листьев}} / S_{\text{посева}}$$

Чтобы определить суммарную площадь листьев растений посева (посадки), надо знать густоту их стояния, среднее количество листьев на одном растении и среднюю площадь одного листа, либо вместо двух последних показателей, общую площадь листьев одного растения в посеве.

Этот показатель обычно варьирует от одного до семи и выше. По нему можно судить об оптимальности условий освещения, о степени обеспеченности растений водой и элементами минерального питания. Установлено, что для большинства культур оптимальный листовой индекс составляет 4-5. Именно при таком соотношении у растений наблюдается положительный фотосинтетический баланс, когда продуктивность фотосинтеза у растений выше, чем затраты на дыхание.

5.7.3 Определение фотосинтетического потенциала

Для определения фотосинтетической работы посева предложен специальный показатель – *фотосинтетический потенциал* (млн м²/га · сут). Для его расчёта необходимо несколько раз за вегетацию определить площадь листьев. Зная период между фазами вегетации (или между двумя наблюдениями), можно определить фотосинтетический потенциал (ФП) посевов, как за вегетацию культуры в целом, так и за определенный промежуток времени. Расчёт проводят по формуле:

$$\text{ФП} = \frac{(S_2 - S_1)}{2} \cdot T,$$

где : S_2 и S_1 – площадь листьев в конце и начале учётного периода, тыс. м²/га;
 T – продолжительность учётного периода, сут.

Для хороших посевов ФП за вегетацию на 1 га составляет 2,2-3 млн, средних – 1,0-1,55 млн и плохих – 0,5-0,7 млн м²/га · сут. Данный показатель хорошо коррелирует с показателем урожайности. Например, фотосинтетический потенциал около 3 млн м²/га · сут может обеспечить получение 3-6 т/га зерна, или 70-80 т/га корне- и клубнеплодов.

5.7.4 Определение чистой продуктивности фотосинтеза

В течение всего периода вегетации в растениях одновременно протекают два процесса: синтез органических веществ во время фотосинтеза, и расход некоторой части этих веществ на дыхание растений и при выполнении других жизненных функций. Та часть органических веществ, которая остаётся неизрасходованной при дыхании и в других жизненных процессах, идёт на формирование урожая и называется чистой продуктивностью растений. В результате на долю органических

соединений, синтезируемых в процессе фотосинтеза, приходится около 95 % общей биомассы растений растительного организма. Поэтому изменение сухой массы может довольно объективно отражать ассимиляционную деятельность растений. Именно этот показатель и лёг в основу метода определения «нетто-ассимиляции», или чистой продуктивности фотосинтеза. Таким образом, *чистая продуктивность фотосинтеза* (ЧПФ) характеризует активность фотосинтетического аппарата посевов (растений) в период вегетации.

Определение продуктивности фотосинтеза проводится с целью изучения особенностей формирования урожайности разных сельскохозяйственных культур или их сортов (например, в зависимости от скороспелости) при различной технологии выращивания. ЧПФ обычно определяют несколько раз за вегетацию растений в соответствии с фазами развития или по календарным срокам. Исследования можно начинать уже через 10-14 дней после появления всходов.

Чистая продуктивность фотосинтеза представляет собой прирост сухой массы растений в граммах за определённое время (сутки), отнесённый к единице листовой поверхности (m^2). Её учитывают путём периодического отбора проб растений, у которых определяют общую массу, массу отдельных органов и площадь листьев. Далее «нетто-ассимиляцию» ($г/м^2 \cdot сут$) рассчитывают по формуле:

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{0,5(L_1 + L_2) \cdot n},$$

где: B_1 и B_2 – абсолютно сухая масса растений в начале и в конце учётного периода, г;

$(B_2 - B_1)$ – прирост сухой массы в течение n дней, г;

L_1 и L_2 – площадь листьев в начале и в конце периода, m^2 ;

$(L_1 + L_2)$ – средняя рабочая площадь листьев за время опыта, m^2 ;

n – период между двумя последовательными наблюдениями, сут.

Если площадь листьев определяется в $см^2$, то формула выглядит следующим образом:

$$\text{ЧПФ} = 10000 \frac{B_2 - B_1}{0,5(L_1 + L_2) \cdot n}.$$

Точность учёта ЧПФ во многом зависит от правильности взятия проб растений. При использовании этой формулы допускается, что листовая поверхность за время наблюдений нарастает равномерно. Но в действительности в большинстве случаев площадь листьев увеличивается неравномерно, и поэтому надо иметь в виду, что чем больше разрыв между пробами, тем менее точными будут результаты определения. Как правило,

время между взятием проб составляет 7-10 дней, а в периоды интенсивного роста оно может быть сокращено до 3-5 дней. Взятие проб можно приурочить к наступлению определённых фаз развития растений.

К недостаткам метода относится невозможность точно учесть изменения массы подземных частей, которые у ряда растений служат основным местом накопления пластических веществ. В пробы кроме надземной части можно включить и наиболее толстые корни. Кроме того, часть продуктов фотосинтеза расходуется на дыхание. А в период физиологической зрелости растений наблюдается стабилизация массы сухого вещества. Более того, с возрастом отмечается даже снижение количества биомассы в результате отмирания части листового аппарата и других органов растений. Однако скорость фотосинтеза у функционирующих в это время листьев может не изменяться или меняться очень слабо. Очевидно, в данном случае показатель ЧПФ уже не будет отражать реальное состояние фотосинтетической активности растений. Все эти обстоятельства надо помнить при использовании данного метода.

Если такие наблюдения провести в течение вегетации растений, можно получить ценные данные о продуктивности работы листьев в отдельные периоды жизни исследуемой культуры и в зависимости от условий её произрастания.

Показатели ЧПФ в природных условиях обычно колеблются в сутки от 0,1 до 20 г и более сухого вещества на 1 м² площади листьев; у злаков в фазе интенсивного роста – 40-50 г, у основных сельскохозяйственных культур при благоприятных условиях – 4-10 г/м².

Для исследования на опытных посевах берут пробы растений. В зависимости от выравненности растений по мощности развития в каждую учётную пробу включают от 6 до 20 средних наиболее типичных и однородных для данного посева и фазы развития экземпляров растений. У злаков, например, берут не менее пяти-десяти параллельных проб, каждая из которых состоит из 10-20 растений. Пробы растений можно брать с определённой площадки, срезая их около поверхности почвы. Минимальное количество площадок 2, отобранных с двух несмежных повторений. При этом в пробу включают все опавшие и засохшие листья и побеги.

Отобранные растения помечают этикетками, заворачивают в бумагу и переносят для анализа в лабораторию, где их быстро разделяют на отдельные органы и каждую часть сразу же взвешивают. Пожелтевшие или отмершие листья учитывают отдельно. Результаты наблюдений записывают по форме (таблица 22), которая может быть уточнена в зависимости от особенностей культуры.

На следующем этапе работы проводят отбор проб для определения сухого вещества в отдельных органах растений и измеряют площадь листьев.

Чтобы определить процентное содержание сухого вещества из сырой растительной массы каждой части (листья, стебли, и т. д.) берут по 2-3 порции материала, изрезают и помещают в бюксы, взвешивают и высушивают в сушильном шкафу при 105 °С до постоянной массы. Затем рассчитывают содержание сухого вещества (%) и устанавливают массу абсолютно сухих частей, а в конечном итоге – общую сухую массу растений, взятых для исследования и одного растения пробы.

Таблица 22 – Определение чистой продуктивности фотосинтеза

| Дата наблюдения | Вариант | Повторность | Число растений в пробе, шт. | Сырая масса растений, г | | | | Сухая масса растений, г | | | | Площадь листьев, м ² | Чистая продуктивность растения, г/м ² × сут. |
|-----------------|---------|-------------|-----------------------------|-------------------------|--------|----------|-------|-------------------------|--------|----------|-------|---------------------------------|---|
| | | | | Листья | Стебли | Соцветия | Общая | Листья | Стебли | Соцветия | Общая | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Площадь листьев измеряют с помощью одного из известных методов. При этом надо помнить, что определение проводят быстро и только у зелёных листьев.

Через 7-10 дней таким же образом вновь отбирают растения и определяют массу сухих растений и площадь листового аппарата. Чистую продуктивность фотосинтеза рассчитывают по вышеприведённой формуле.

5.7.5 Определение дневной продуктивности (ассимиляции CO₂) растений по количеству накопленного сухого вещества (метод половинок Сакса)

Метод основан на том, что сухая масса листовой пластинки увеличивается вследствие накопления в ней продуктов фотосинтеза. Это увеличение может быть учтено при помощи точных весов. Так как колебание воды в листе маскирует изменение в массе сухого вещества, необходимо взвешивать лист, высушенный до постоянного веса. Накопление сухого вещества в листьях зависит от интенсивности трёх процессов: ассимиляции CO₂, энергии дыхания и оттока ассимилятов из листа, напряжённость которых в свою очередь определяется внешними условиями (минеральным питанием, длиной дня, водным режимом и т. д.).

Для исследования берут сформировавшиеся листья одинакового яруса, ещё не закончившие рост, но не самые молодые. В 8 часов утра, а по возможности и раньше, берут пробу на содержание вещества в листьях в момент начала опыта. Для этого у 25 листьев одного яруса и возраста сре-

зают половинку листа вдоль средней жилки, оставляя другую половинку и среднюю жилку на растении, и помещают их в кристаллизатор с водой на 30 минут для полного насыщения клеток водой.

Вынув половинки листьев из воды, их обсушивают фильтровальной бумагой. Затем, положив их стопкой на толстый картон (или на гладкую пробку) нижней стороной кверху (чтобы лучше были видны жилки), пробочным сверлом известного диаметра вырезают вдоль половинки листа, минуя крупные жилки, как можно большее число высечек (в целом до 100 шт.). Диаметр сверла выбирают в зависимости от размера листа. Высечки помещают в заранее взвешенный бюкс и ставят в сушильный шкаф. Высушивание ведут при температуре 100-105 °С до постоянной массы, которую определяют взвешиванием на весах и записывают в таблицу 23.

Таблица 23 – Интенсивность фотосинтеза культуры

| Время опыта, часы | Количество взятых высечек, шт. | Сухая масса высечек, г | | Площадь одной высечки, см ² | Суммарная площадь всех высечек, см ² | Прибыль (убыль) сухой массы высечек, г | Продуктивность г/м ² × час | Поправки на дыхание и отток, г/м ² × час | Интенсивность фотосинтеза, г/м ² × час |
|-------------------|--------------------------------|------------------------|---------------|--|---|--|---------------------------------------|---|---|
| | | в начале опыта | в конце опыта | | | | | | |
| | n | a | b | S | n × S | b - a | A | B | A + B |
| | | | | | | | | | |

Вторая половинка листьев (вместе со средней жилкой) остаётся на растениях на несколько часов (например, на 6-7 часов) для ассимиляции на свету углекислого газа и накопления органического вещества. После чего с ней поступают точно так же, как с первой половинкой. Полученные данные записывают в таблицу.

Определив разницу в сухой массе одинакового числа высечек (по 100 шт.) ткани листа до и после экспозиции за исследуемый промежуток времени, можно рассчитать продуктивность листа (г) прибыли массы на 1 м² листовой поверхности за 1 час. Но это продуктивность листа, является результатом трёх процессов: синтеза органических веществ во время фотосинтеза, траты их на дыхание и оттока ассимилятов из листа в другие органы растения.

Для определения интенсивности фотосинтеза у листьев растений разных вариантов нужно выяснить, сколько в это же время тратилось ассимилятов на дыхание и отток. Для того чтобы ввести поправки на убыль массы, берутся такие же листья на других растениях этих же вариантов. Одна половинка листьев срезается и идёт на определение сухого вещества в листьях до опыта. Вторые половинки оставляются на растениях, накрываются бумажными колпачками, тёмными внутри и белыми снаружи. В

конце опыта колпачки снимаются, половинки срезаются, и точно таким же образом, как описано выше, определяется сухая масса. Сравнивая с сухой массой первых половинок можно рассчитать убыль органического вещества в результате дыхания и оттока.

Сложив полученные результаты (величину убыли вещества за время опыта и величину прибыли), получают интенсивность ассимиляции, выраженную в миллиграммах накопленного сухого вещества на площадь высечек за время опыта. Затем делают пересчёт в граммах на 1 м² за час.

При работе со знаками для каждой пробы нужно брать возможно большее число листьев и вырезать сверлом высечки не из половинок, а из целого листа, одинаково размещая их по отношению верха и основания листа.

Использованная и рекомендуемая литература

1. Аникеев В. В., Миллер М. С., Обухова Г. А., Сказкин Ф. Д. Летние практические занятия по физиологии растений (полевая практика). Пособие для вузов / под ред. Ф. Д. Сказкина. – Изд-е 2, испр. и доп. – М. : Гос. уч.-пед. изд-во Мин-ва просвещ. РСФСР, 1960. – 239 с.
2. Вальтер О. А., Пиневиц Л. М., Варасова Н. Н. Практикум по физиологии растений с основами биохимии. – 3-е изд. – М.-Л. : Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1957. – 341 с.
3. Еникеев С. Г. Полевая практика по физиологии растений. – Изд-е 2-е, испр. и доп. – Казань : Казан. с-х ин-т, 1967. – 45 с.
4. Киреева Т. Б. Учебно-методическое пособие по изучению роста и развития растений / Под ред. В. В. Туганаева. – Ижевск, 2004. – 50 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть / Под общ. ред. М. А. Федина. – М., 1985. – 269 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – М., 1989. – 194 с.
7. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / Под ред. В. Ф. Белика. – М. : Агропромиздат, 1992. – 319 с.
8. Моисейченко В. Ф. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве / В. Ф. Моисейченко, А. Х. Заверюха, М. Ф. Трифонова – М. : Колос, 1994. – 383 с.
9. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале : метод. указания / А. Ф. Мережко, Р. А. Удачин, В. Е. Зуев [и др.]; под ред. А. Ф. Мережко. – С.-Пб. : ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова, 199. – 82 с.
10. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / В. В. Пыльнев, Ю. Б. Коновалов, А. Н. Березкин [и др.]; под ред. В. В. Пыльнева. – М. : КолосС, 2008. – 551 с.
11. Практикум по физиологии растений / Н. Н. Третьяков, Т. В. Карнаухова, Л. А. Паничкин и др. / Под ред. Н. Н. Третьякова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1990. – 271 с.
12. Практикум по физиологии растений / Под ред. Н. Н. Третьякова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1982. – 271 с.
13. Церлинг В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур : справочник. – М. : Агропромиздат, 1990. – 235 с.

5.8 Определение засорённости посевов количественно-весовым методом

Для определения засорённости посевов вегетирующими сорняками необходимо с разных мест делянки площадью 100-200 м² отобрать 8-12 проб или выделить аналогичное число учётных площадок. В опытах с площадью делянок меньше 100 м² число проб (площадок) можно сократить до 6-8, а если площадь делянок больше 200 м² или в опыте изучают только 2-3 варианта, число проб следует увеличить до 15-20. Для повышения точности результатов учёт проводят не менее чем на 2-3 повторностях опыта.

Численность сорняков определяют непосредственным подсчётом их стеблей на пробных (учётных) площадках. На культурах сплошного посева (зерновые, лён, травы и др.) применяют квадратную рамку, располагая её так, чтобы один из рядков посева совпадал с её диагональю. В основном используют рамки площадью 0,25 м² (50 × 50 см). В пропашных культурах удобнее использовать прямоугольные рамки, длинной стороной располагая поперёк рядков. При широкорядном посеве ширина рамки должна быть кратной ширине междурядий. Предлагается использовать рамку площадью 1,0 м² (140 × 70 см).

Минимальный размер пробной (учётной) площадки для учёта малолетних сорняков в большинстве случаев не должен быть менее 0,25 м², для многолетних сорняков, если их плотность мала и не превышает 2-3 шт./м², должна оставлять не менее 3 м². При равномерном распределении сорняков на обследуемом участке величина учётных площадок может быть уменьшена в 2-3 раза.

Численность сорняков определяют по каждому виду. Оценка обилия сорняков в посевах более полно достигается при одновременном определении их численности и массы. В этом случае, с учётной площадки, ограниченной рамкой, сорняки выбирают и помещают в полиэтиленовый пакет, чтобы не допустить их высыхания. В лаборатории сорняки разбирают по видам, подсчитывают, отрезают корни по уровню корневой шейки и взвешивают. Результаты учёта заносят в таблицу 24.

Полностью исключает возможность повторного отбора растений с одной площадки в течение сезона, а в длительных опытах позволяет избежать возвращения площадки на прежнее место ранее, чем через 2-3 года метод сопряжённых площадок. Разработан метод А. М. Туликовым в МСХА. Суть его заключается в том, что растительные образцы отбирают около стационарных площадок количественного учёта. При этом пробную площадку очередного срока учёта обязательно располагают на новом месте, но не ближе 1 м как от площадок предыдущих учётов, с которых удалены растения, так и от стационарной площадки. С этой целью местоположение таких скользящих площадок для каждого срока учёта фиксируют на схеме относительно стационарных площадок.

Таблица 24 – Ведомость учёта численности и массы сорных растений в посеве

| Сорняки | | Номер учётной площадки | | | | | | Сумма по всем площадкам | | Среднее на 1 м ² | |
|--------------|------------------|------------------------|---|-----|---|---------|---|-------------------------|---|-----------------------------|---|
| вид | группа | 1 | | 2 | | и т. д. | | шт. | г | шт. | г |
| | | шт. | г | шт. | г | шт. | г | | | | |
| Малолетники | | | | | | | | | | | |
| Марь белая | Ранние яровые | | | | | | | | | | |
| и т. д. | | | | | | | | | | | |
| Многолетники | | | | | | | | | | | |
| Осот жёлтый | Корнеотпрысковые | | | | | | | | | | |
| и т. д. | | | | | | | | | | | |
| Всего | | | | | | | | | | | |

Срок и частота проведения наблюдений в опыте определяется целью исследований и задачами. При однократном учёте сорняков пробные площадки выделяют в процессе выполнения работы. Если таких учётов несколько, то определяют стационарные площадки, которые ограничивают колышками или вешками, а в полевых опытах дают привязку к реперам.

При исследовании засорённости посевов в динамике целесообразнее установить календарные сроки учётов. При однократном учёте засорённости отбор проб можно приурочить к гербакритическому периоду культуры, или за 3-4 дня до оптимального срока проведения работ по борьбе с сорняками, чтобы запланировать меры борьбы или возможность замены химического способа борьбы агротехническим способом (таблица 25).

Таблица 25 – Срок проведения оперативного обследования

| Обследуемый объект | Срок проведения оперативного обследования |
|--------------------|--|
| Яровые зерновые | В фазе начала кущения |
| Озимые зерновые | В конце осенней вегетации и весной в начале вегетации |
| Зернобобовые | При высоте до 8 см |
| Лен-долгунец | В фазе «ёлочки» (3-10 см) |
| Пропашные | За 3-4 дня до появления всходов и перед междурядными обработками |
| Кукуруза | В фазе 2-3 листьев для послевсходовых гербицидов |
| Суданская трава | В фазе кущения |
| Многолетние травы: | |
| злаковые | В фазе кущения |
| бобовые | В фазе первого тройчатого листа |
| Чистый пар | При массовом появлении сорняков |

Для выявления эффективности действия гербицидов повторный учёт сорняков проводят через месяц после обработки посевов. Для выявления фитоценологического действия культуры учёт засорённости проводят в середине вегетации или перед уборкой. Для оценки засорённости используют следующие количественные показатели.

1. *Численность (плотность)* сорняков – число сорняков на единице площади, шт./м². Численность сорняков определяют непосредственным подсчётом их стеблей на пробных площадках.

2. *Масса* – масса всех надземных органов сорных растений, г/м².

Определяют массу живых растений (сырая, зелёная, биомасса), воздушно-сухую и абсолютно-сухую массу.

3. *Ярусность* – распределение сорняков по отношению к высоте культурных растений.

Метод фитоценологических критериев ярусности разработал А. М. Туликов. Сущность метода в том, что шкала выражает связь между ярусностью сорняков и их фитоценологической ролью, что позволяет получить обобщённую оценку засорённости посевов. Она определяется как произведение численности сорняков (А) на их коэффициент ярусности (К), таблица 25.

Таблица 25 – Шкала и критерии определения ярусности сорняков в посевах
(по А. М. Туликову)

| Ярус от поверхности почвы | Обозначение яруса | Состояние сорных растений | Интервалы высоты сорняков по отношению к высоте культуры | Среднее количественное значение яруса (Н) сорняков в посевах | Коэффициент ярусности, $K = \sqrt{H}$ |
|---------------------------|-------------------|--|--|--|---------------------------------------|
| I | П – припочвенный | Всходы, слаборазвитые и стелющиеся формы растений высотой не более 8-10 см | 0-0,1 | 0,05 | 0,2 |
| II | Н – нижний | Выше 8-10 см, но не более ½ высоты культуры | 0,1-0,5 | 0,3 | 0,5 |
| III | С – средний | Не превышают посевов, но не менее ½ высоты культуры | 0,5-1,0 | 0,75 | 0,9 |
| IV | В – верхний | Превосходят по высоте культуру | 1,0-2,0 | 1,5 | 1,2 |

4. *Встречаемость* – частота присутствия вида сорняка на учётных площадках по отношению к их общему количеству, %.

$$R = \frac{m \cdot 100}{n},$$

где: R – встречаемость данного вида, %;

m – число пробных площадок, на которых данный вид встречается;

n – общее число взятых площадок.

5. *Определение фенологических фаз*. Различают следующие периоды развития сорных растений: 0 – покой, 1 – ювенильный, 2 – вегетативный, 3 – бутонизация, 4 – цветение, 5 – плодоношение, 6 – отмирание, 7 – регенерация.

Использованная и рекомендуемая литература

Практикум по земледелию / И. П. Васильев, А. М. Туликов, Г. И. Баздырев [и др.]. – М. : КолосС, 2005. – С. 207-219.

6 ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

6.1 Болезни зерновых культур

При проведении учётов поражённости болезнями необходимо иметь в виду особенности различных заболеваний. Одни заболевания характеризуются преимущественно местным типом инфекции и проявляются в виде пятен, налётов, пустул. Эти заболевания распространяются более или менее равномерно на всех растениях в поле. Для таких болезней проводят учёты развития болезни, отражающие усреднённую интенсивность поражения для одного растения или участка. Другие болезни поражают отдельные растения в посевах. Для них рассчитывается распространённость болезни.

6.1.1 Инфекционное выпревание озимых (снежная плесень, тифулёз, склеротиниоз)

Учёт проводят на озимых культурах сразу после таяния снега. При очажном проявлении болезни выделяют по диагонали поля 4 учётные площадки размером до 0,1 га (32 × 32 м). Обмер плешин проводят на каждой площадке. Подсчитав общую площадь плешин, устанавливают долю поражённой площади по формуле:

$$O = 100 \sum n / N,$$

где: O – очажная гибель (поражённая площадь), %;

$\sum n$ – сумма площадей всех плешин, м²;

N – площадь учётных площадок, м².

При равномерно-рассеянном изреживании посевов определяют процент погибших растений. Осматривают по 100 растений в 10 местах делянки.

Возбудитель снежной плесени помимо гибели растений вызывает в период весенней вегетации побурение листьев. Интенсивность поражения учитывают по бальной шкале.

Шкала интенсивности поражения (в баллах) зерновых культур снежной плесенью:

0 – здоровые растения;

1 – редкие пятна на нижних листьях, при общей поражённости до 10 % всех листьев;

2 – нижние листья поражены полностью, на верхних 2-3 пятна при общей поражённости до 50 %;

3 – поражены нижние и верхние листья при общей поражённости более 50 %, отмирают боковые побеги;

4 – все листья и побеги поражены, растения мёртвые.

Развитие болезни (усреднённая степень поражения) рассчитывается по формуле:

$$R = 100\sum(ab)/4N,$$

где: R – развитие болезни, %;

$\sum(ab)$ – сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий балл поражения (b);

N – общее количество растений в пробах (больных и здоровых).

Общую гибель растений вычисляют как сумму процентов очажной гибели и изреживания.

6.1.2 Корневая гниль

Учёт корневой гнили проводят в период всходов, в начале цветения и созревания. На всходах рассчитывают *распространённость* (количество поражённых растений) по формуле:

$$P = 100n/N,$$

где: P – распространённость болезни, %;

n – число больных растений в пробах;

N – общее число растений (больных и здоровых) в пробах.

Средний балл поражения всходов корневой гнилью определяют по шкале:

0 – здоровые растения;

1 – единичные штрихи на coleoptile или подземном междоузлии;

2 – слабое побурение coleoptile или подземного междоузлия;

3 – сильное побурение coleoptile или подземного междоузлия;

4 – полное отмирание проростка.

Развитие болезни рассчитывается по формуле:

$$R = 100\sum(ab)/4N,$$

где: R – средняя интенсивность поражения больных растений, %;

$\sum(ab)$ – сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий балл или процент поражения (b);

N – общее число растений.

При учётах в период цветения и созревания отбирают 100 растений или продуктивных стеблей, по 10 растений в 10 местах поля или делянки.

Шкала интенсивности поражения пшеницы (в баллах) корневой гнилью во время вегетации.

Показатели поражения гельминтоспориозом:

- 0 – признаки поражения отсутствуют;
- 1 – на основании стебля или его подземной части – бурые штрихи или узкие полосы;
- 2 – на основании стебля и его подземной части – коричневые полосы, охватывающие более половины поверхности поражённого органа;
- 3 – сплошное побурение первого стеблевого и подземного междоузлия;
- 4 – отсутствие продуктивных стеблей при наличии симптомов по баллу 3.

Показатели поражения фузариозом:

- 0 – признаки поражения отсутствуют;
- 1 – на первичных и вторичных корнях – отдельные участки бурого цвета;
- 2 – основание стебля белёсое или слегка бурое, отдельные корни или значительные участки их бурые;
- 3 – основание стебля тёмное с перехватом, большая часть корней отмерла;
- 4 – отсутствие продуктивных стеблей при наличии симптомов по баллу 3.

Затем рассчитывают распространённость и развитие болезни по тем же формулам.

6.1.3 Ржавчинные заболевания

Учёт всех видов ржавчины проводят, начиная с фазы кущения и до молочной спелости. Первый учёт проводят в фазу всходов путём осмотра растений с трёх учётных площадок по 0,1 м². При этом устанавливают число и процент поражённых растений и среднее число пустул на 1 лист (при степени поражения менее 1 %).

Степень поражения листьев (междоузлий) бурой и стеблевой ржавчинами определяют по шкале Петерсона, Кэмпбелла и Ханна (приложение В). При слабом проявлении ржавчины пересчитывают пустулы. Данные учёта бурой ржавчины в этом случае можно выразить в процентах, пользуясь переводной шкалой Степанова: 1 % развития болезни соответствует на всходах 0,8 пустулам, в фазе кущения – 2,58; налива зерна – 4,6 пустулам на листе. Для стеблевой ржавчины 1 % поражения соответствует 10 пустулам на стебле.

Начиная с фазы выхода в трубку, на поле берут 20 проб по 10 растений (стеблей) в каждой.

Результаты учёта ведут по форме, представленной в таблице 26.

Таблица 26 – Форма записи поражённости листьев пшеницы бурой (в числителе) и стеблевой (в знаменателе) ржавчинами

| Порядок стеблей | Ярус листьев сверху вниз | | | | Развитие болезни | |
|-----------------|--------------------------|---|---|---|------------------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | бурая ржавчина | стеблевая ржавчина |
| 1 | | | | | | |
| ... | | | | | | |
| 10 | | | | | | |

6.1.4 Мучнистая роса

Учёты развития мучнистой росы проводят в течение вегетации 3-4 раза, начиная с периода кущения – выхода в трубку (первый учёт – не позже фазы первого узла) до молочно-восковой спелости, когда на ещё зелёных частях растения хорошо виден налёт гриба. Оценка максимального проявления болезни проводится в период колошения – цветения. На делянке отбирают 20 проб по 10 растений.

В фазе кущения осматривают не менее 30 листьев в каждой пробе, в остальных фазах учитывают подряд 10 стеблей, определяя поражённость каждого листа.

Интенсивность поражения определяют по условной шкале (приложение Г) или по проценту занятой мучнистым налётом площади листа. При заболевании колоса определяют процент поражённых колосьев. Среднеарифметические значения поражения показывают развитие болезни.

Кроме анализа каждого учётного растения, оценка степени поражения посева может быть визуальной, когда на основании просмотра растений в поле сразу проставляют балл поражения:

0 – признаков проявления нет, растение здоровое;

1 – очень слабая (поражено до 10 % листовой поверхности), лёгкий налёт или единичные подушечки гриба на листьях нижнего яруса;

2 – слабая (поражено 11-25 %), умеренное количество подушечек на листьях нижнего яруса;

3 – средняя (25-50 %), обильное развитие гриба на нижних листьях, а на верхних листьях подушечки локальные, рассеянные;

4 – сильная (поражено более 50 %), сильно поражены все листья, подушечки хорошо выражены, сливающиеся, с обильными гифами. Может быть поражён колос.

Результаты учёта ведут по форме, представленной в таблице 27.

Таблица 27 – Форма записи поражённости листьев зерновых культур мучнистой росой

| Номер стебля | Ярус листьев сверху вниз | | | | Развитие болезни |
|--------------|--------------------------|---|---|---|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | | | | | |
| ... | | | | | |
| 10 | | | | | |

6.1.5 Пятнистости листьев (септориоз, гельминтоспориозы, ринхоспороз)

Заболевания учитывают от всходов до молочно-восковой спелости. Учёты проводят, как и в случае мучнистой росы. Степень поражения растений устанавливают по проценту площади листьев, стеблей, колосьев, по-

крытой пятнами, по иллюстрационным шкалам (приложение Д) или по следующей шкале в баллах:

- 0 – признаки поражения отсутствуют;
- 1 – поражено до 10 % листовой поверхности;
- 2 – поражено от 11 до 25 %;
- 3 – поражено от 26 до 56 %;
- 4 – поражено более 50 % листовой поверхности.

По результатам учётов рассчитывают распространённость и развитие болезни.

Учёт сетчатой и темно-бурой пятнистостей ячменя проводят по 5-бальной шкале:

- 0 – поражение отсутствует;
- 1 – единичные пятна на нижних листьях;
- 2 – поражено более 50 % листовой поверхности нижних листьев и единичные пятна на листьях 2-го яруса;
- 3 – нижние листья отмирают, поражено более 50 % поверхности листьев второго яруса и единичные пятна на верхних листьях;
- 4 – нижние листья отмирают, листовая поверхность поражена более чем на 50 %.

Результаты учёта ведут по форме, представленной в таблице 28.

Таблица 28 – Форма записи для учёта поражённости септориозом

| Порядок стеблей | Ярус листьев сверху вниз | | | | Развитие болезни | | |
|-----------------|--------------------------|---|---|---|------------------|---------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | стеблей | листьев | колоса |
| 1 | | | | | | | |
| ... | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |

6.1.6 Головня

Учёты проводят в конце молочной – начале восковой спелости или перед уборкой. На делянках берут по 25 проб, на полях площадью до 100 га – 100 проб по 10 растений. Распространённость (%) головни определяют по видам, подсчитывая число поражённых стеблей в снопах. Пыльную головню учитывают в фазе колошения – цветения, когда поражённые растения лучше заметны в посеве.

6.1.7 Фузариоз колоса

Учёты начинают в фазе колошения. На делянках просматривают по 50 колосьев в 20 местах. Последний учёт проводят перед уборкой по апробационным снопам. Для определения степени поражения используют иллюстрированную шкалу или следующую шкалу (в баллах):

- 0 – признаков поражения нет;
- 1 – проявление заболевания охватывает до 10 % поверхности колоса;
- 2 – до 25 %;
- 3 – до 50 %;
- 4 – свыше 50 %.

Затем рассчитывают распространённость и развитие болезни.

6.2 Листостебельные болезни зернобобовых культур (аскохитоз, ржавчина, мучнистая роса, пероноспороз)

В фазе цветения учитывают распространённость и степень развития заболевания. Просматривают 20 проб, по 5 растений в каждой. Внешние признаки поражения:

аскохитоз – тёмно-коричневые точечные или крупные, неправильной формы пятна на листьях, черешках, стеблях;

ржавчина – оранжевые, бурые, позднее – чёрные пустулы на листьях;

мучнистая роса – белый мучнистый налёт на листьях;

пероноспороз – желтоватые с серовато-фиолетовым паутинистым налётом пятна с нижней стороны листьев.

В фазе созревания бобов учитывают аскохитоз. Для этого просматривают 50 проб, по 10 бобов в каждой. Признаки заболевания: коричневые, неправильной формы, с почти чёрной каймой пятна на бобах.

Расчёт распространённости и развития болезней проводят по общепринятым формулам.

Использованная и рекомендуемая литература

1. Контроль за фитосанитарным состоянием посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации / Под ред. И. Я. Полякова, Ю. В. Шуровенкова, А. Ф. Ченкина. – Воронеж : ВНИИЗР, 1988. – 335 с.
2. Основные методы фитопатологических исследований / А. Е. Чумаков, И. И. Минкевич, Ю. И. Власов [и др.]; Под ред. А. Е. Чумакова. – М. : Колос, 1974 – 190 с.
3. Строт Т. А. Фитосанитарная диагностика полевых культур / Т. А. Строт, Н. В. Шмакова. – Ижевск : Ижевская ГСХА. 1997. – 93 с.
4. Танский В. И. Защита зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков в Нечерноземной зоне России / В. И. Танский, В. И. Долженко, Н. Р. Гончаров [и др.]. – Санкт-Петербург – Пушкин : ВИЗР, 2004. – 48 с.
5. Фитосанитарная диагностика / А. Ф. Ченкин, В. А. Захаренко, Г. С. Белозерова [и др.]; Под ред. А. Ф. Ченкина. – М. : Колос, 1994. – 323 с.
6. Чулкина В. А. Экологические основы интегрированной защиты растений / В. А. Чулкина, Е. Ю. Торопова, Г. Я. Стецов; Под ред. М. С. Соколова и В. А. Чулкиной. – М. : Колос, 2007. – 568 с.

7 ЭНТОМОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

7.1 Вредители зерновых культур

При оценке вредоносности насекомых определяют среднюю плотность вредителей, процент заселённых растений и интенсивность повреждения. Средняя плотность вредителей подсчитывается по формуле:

$$x = \Sigma ak/m,$$

где: x – средняя плотность вредителей на 1 м^2 ;

a – число вредителей в каждой пробе;

k – число проб, содержащихся на 1 м^2 ;

m – число взятых проб.

Процент заселённых растений рассчитывается:

$$P = n/N \cdot 100,$$

где: P – процент заселённых растений, %;

n – число заселённых растений в пробе, шт.;

N – общее число учтённых растений, шт.

Интенсивность повреждения растения или его органов оценивается в баллах или процентах.

Шкала оценки повреждённости растений в баллах:

1 – слабая повреждённость – объедено до 5 % листовой поверхности;

2 – заметная повреждённость – от 5 до 25 %;

3 – средняя повреждённость – от 25 до 50 %;

4 – сильная повреждённость – свыше 50 % листовой поверхности.

7.1.1 Внутрестебельные вредители

Учёт повреждённости посевов личинками злаковых мух и стеблевых хлебных блошек проводят в период всходы – кущение. На поле отбирают 10 проб по 20 растений или 16 полуметровых отрезков рядка (при обычном рядовом посеве это равно 1 м^2). Растения выкапывают и тщательно анализируют. За влагалищами листьев могут быть обнаружены ложнококоны и личинки гессенской мухи. Главные и боковые стебли вскрывают. При обнаружении личинки жука или бокового отверстия в основании стебля растения относят к повреждённым стеблевой блошкой. Если внутри стебля обнаружена личинка мухи или спиральный ход к узлу кущения, то это повреждение шведской, яровой мухами или зеленоглазкой. Затем подсчитывают процент повреждённых растений и стеблей (главных и боковых).

7.1.2 Злаковые тли

Тлей начинают учитывать в фазе выхода в трубку. В 10 местах поля на 10 стеблях подсчитывают тлей и устанавливают плотность их популяции в пересчёте на 1 стебель и процент заселённых стеблей. Заселённость посева определяется по 5-бальной шкале:

- 1 – отдельные особи на 2-3 листьях;
- 2 – колонии по 3-5 особей и более на 2-3 листьях;
- 3 – колонии по 10-15 особей на 1/2 всех листьев;
- 4 – колонии по 20 особей и более на 2/3 всех листьев;
- 5 – многочисленные колонии на всех листьях.

Средний балл заселённости рассчитывают по формуле:

$$C = \sum(ab)/N,$$

где: С – средний балл заселения;

$\sum(ab)$ – сумма произведений числа заселённых тлями растений (а) на соответствующий балл заселения (b);

N – количество растений в пробе.

В период колошения – цветения учёт повторяют. После фазы колошения тли переходят на колосья, где питаются до конца молочной спелости. В это время учитывают тлей на колосьях методом подсчёта или по 5-бальной шкале. По результатам учёта устанавливают процент заселённых колосьев и степень их заселения в баллах.

7.1.3 Пьявица

Учёт жуков проводят в фазе полного кущения яровых культур и выхода в трубку озимых. Личинок учитывают через 3 недели после учёта жуков. Учёты проводят на площадках. На одной делянке берут не менее 4 площадок размером 0,25 м² (50 × 50 см). Подсчитывают жуков и личинок и устанавливают плотность популяции (количество вредителей на м²). Одновременно глазомерно оценивают поврежденность листовой поверхности, выражая её в процентах.

7.1.4 Стеблевые хлебные пилильщики

Имаго пилильщиков учитывают в конце кущения – начале выхода в трубку пшеницы кошением сачком. При высокой заселённости пилильщиков делают по 20 взмахов в 10 точках поля, при низкой численности – по 100 взмахов. Содержимое сачка вытряхивают в матерчатый мешочек и помещают его в полиэтиленовый пакет для замаривания. Через 1-2 ч содержимое мешочка вытряхивают на лист белой бумаги и подсчитывают пи-

лильщиков, численность которых пересчитывают на 100 взмахов сачком. Кошения проводят с 11 до 15 ч. Для учёта поврежденности стеблей в фазе молочной спелости на поле отбирают 20 проб по 10 растений. Стебли вскрывают и определяют процент повреждённых.

7.1.5 Пшеничный трипс

Учёт взрослых трипсов проводят в конце выхода в трубку кошением сачком. В 10 местах поля делают по 5 взмахов и подсчитывают трипсов в сачке.

В начале колошения трипсов учитывают на колосьях. На поле отбирают 20 проб по 5 не полностью выколосившихся колосьев. Пробы помещают в мешочки и в лаборатории подсчитывают трипсов в каждой из них. Затем определяют плотность популяции пшеничного трипса в пересчёте на 1 колос.

В конце налива зерна – начале молочной спелости зерна учитывают личинок трипса. В 10 местах поля берут по 5 колосьев. Анализ проводят в лаборатории, где просматривают все колоски в колосе и подсчитывают личинок. Одновременно подсчитывают число зёрен. Плотность популяции личинок оценивают в пересчёте на 1 колос и на 1 зерно.

7.1.6 Озимая совка

Учёты гусениц совки проводят осенью на посевах озимых по пропашным культурам. Гусениц учитывают в почвенных пробах площадью 0,25 м² (50 × 50 см) и глубиной 20 см. Почву в пробах выбирают на брезент, тщательно просматривают при ручной разборке и записывают число обнаруженных гусениц и их возрастной состав.

7.1.7 Полосатая хлебная блошка

Жуков учитывают на всходах яровых культур на площадках 0,25 м² (50 × 50 см). Осматривают поверхность почвы и подсчитывают прыгающих блошек. Плотность популяции блошки оценивается в пересчёте на 1 м².

7.1.8 Хлебные клопы

Учёты проводят во время выхода в трубку и цветения зерновых культур. Вредителей учитывают на площадках 0,25 м² (50 × 50 см). На каждой площадке тщательно осматривают растения и поверхность почвы, подсчитывая клопиков и цикадок. Плотность популяций оценивается в пересчёте на 1 м².

Учитывать клопов можно с помощью кошения сачком. В 10 местах поля делают по 20 взмахов сачком, содержимое сачка пересыпают в мешочки, умерщвляют и подсчитывают вредителей.

7.2 Вредители зернобобовых культур

7.2.1 Клубеньковые долгоносики

В фазе всходов зерновых бобовых культур учитывают плотность жуков на 1 м². Используют учётную рамку размером 50 × 50 см, которую накладывают в четырёхкратной повторности на участке. Процент повреждённых растений, балл повреждения определяют при осмотре 10 проб, по 10 растений каждая.

7.2.2 Гороховая зерновка

Численность жуков определяют в фазе бутонизации, проводя кошение сачком: 10 раз по 10 взмахов.

При созревании бобов учитывается их заселённость личинками. Осматривается 50 проб по 10 бобов. Рассчитывается средний процент зёрен, заселённых вредителем, в том числе жуками.

7.2.3 Гороховая плодоярка

В фазе созревания бобов для определения численности личинок плодоярки просматривают 50 проб, по 10 бобов в каждой.

После уборки урожая для определения зимующего запаса гусениц проводят почвенные раскопки: берут 8 проб с площадок 0,25 м² на глубину 10 см.

7.2.4 Гороховая тля

В фазе бутонизации и цветения определяют численность тлей на растениях (имаго и личинок). Осматривают по пять растений в 20 местах или отлавливают вредителя сачком, делая по 10 взмахов в 10 местах.

Использованная и рекомендуемая литература

1. Выявление сельскохозяйственных вредителей и сигнализация сроков борьбы с ними / Г. Е. Осмоловский; Под ред. И. Я. Полякова. – М. : Россельхозиздат, 1964. – 204 с.
2. Контроль за фитосанитарным состоянием посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации / Под ред. И. Я. Полякова, Ю. В. Шуровенкова, А. Ф. Ченкина. – Воронеж : ВНИИЗР, 1988. – 335 с.

3. Строт Т. А. Фитосанитарная диагностика полевых культур / Т. А. Строт, Н. В. Шмакова. – Ижевск : Ижевская ГСХА. 1997. – 93 с.
4. Танский В. И. Защита зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков в Нечерноземной зоне России/ В. И. Танский, В. И. Долженко, Н. Р. Гончаров [и др.]. – Санкт-Петербург – Пушкин : ВИЗР, 2004. – 48 с.
5. Фитосанитарная диагностика / А. Ф. Ченкин, В. А. Захаренко, Г. С. Белозерова [и др.]; Под ред. А. Ф. Ченкина. – М. : Колос, 1994. – 323 с.
6. Чулкина В. А. Экологические основы интегрированной защиты растений / В. А. Чулкина, Е. Ю. Торопова, Г. Я. Стецов; Под ред. М. С. Соколова и В. А. Чулкиной. – М. : Колос, 2007. – 568 с.

8 УБОРКА И УЧЁТ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

8.1 Уборка урожая

Уборку урожая зерновых и зернобобовых культур проводят, как правило, двумя способами – однофазным и двухфазным. *Двухфазную уборку* рекомендуется проводить в следующих случаях:

- при прогнозе на ближайшие дни ясной погоды,
- на засорённых посевах,
- при неравномерном созревании,
- при сильном развитии подгона,
- при густом и высоком стеблестое,
- при полёгших посевах.

К середине восковой спелости, например, пшеницы, когда влажность зерна составляет 35-25 % (таблица 29), в её зерновке идут процессы полимеризации, перевод растворимых веществ в запасные, необратимая коагуляция белковых коллоидов, достигаются наибольшие значения биологического урожая и технологических качеств зерна. Поэтому середина восковой спелости должна быть сроком начала скашивания в валки при двухфазном способе уборки. Скашиваемый в валки стеблестой должен иметь высоту не менее 60 см и густоту стояния не менее 300 шт./м² (при значительной засорённости посевов – не менее 250 шт./м²). Высота среза должна быть 12-25 см, чтобы обеспечить наилучшие условия для продувания валка (полёглые хлеба убирают на минимальной высоте) и формируют тонкие широкие валки.

В среднем толщина валков должна быть около 15-18 см и шириной 1,4-1,6 м. Стебли должны быть уложены с наклоном к продольной оси валка на 10-30°. Скошенная хлебная масса должна быть высушена до влажности зерна 18-16 %, что обычно в Нечернозёмной зоне происходит за 5-7 дней. При пасмурной и дождливой погоде эти сроки могут увеличиваться. Но оставлять хлеба в валках на длительное время недопустимо, т. к. это приводит к потерям урожая и качества зерна.

Однофазную уборку рекомендуется проводить при равномерном созревании зерна, на чистых от сорняков посевах, при неустойчивой погоде, изреженном и невысоком стеблестое. Преимущество однофазного способа уборки состоит в его меньшей зависимости от метеорологических условий, снижении риска потери урожая, меньших затратах энергии и труда, более низкой себестоимости продукции. Однако зерновая масса после однофазной уборки поступает на зерновой ток более неоднородной, влажной и засорённой, чем после двухфазной уборки.

К однофазной уборке рекомендуется приступать, когда посевы достигают конца восковой спелости и влажность зерна опускается до 24 % и ниже.

Таблица 29 – Показатели состояния и фаз спелости пшеницы [Интенсивная технология..., 1988]

| Фаза развития и состояние зерна | Окраска | | Физико-механические свойства зерна и стеблей | Влажность зерна, % |
|---------------------------------|--|--|--|--------------------|
| | стеблей | зерна | | |
| Молочное состояние | Зелёная | Зелёная | Консистенция зерна жидкомолочная, заметен зародыш, нижние листья желтеют и отмирают | 65-50 |
| Тестообразное состояние | Жёлто-зелёная; верхние листья, узлы стеблей и чешуйки колосьев зелёные | На спинке с желтизной, по бороздке и в зоне зародыша зелёная | Зерно крупное, блестящее; консистенция тестообразная и творожистая; при нажиме эндосперм выдавливается | 50-40 |
| Начало восковой спелости | Жёлтая, прозелень у части растений в верхних узлах стеблей и в чешуйках колосков | Полностью потеряло зелёную окраску, эндосперм недостаточно белый | Зерно крупное, блестящее, легко режется ногтем, скатывается в шарик, при нажиме на эндосперм не выдавливается | 40-36 |
| Середина восковой спелости | Жёлтая | Эндосперм белый | Эндосперм мучнистый, стекловидный; размеры зерна несколько уменьшились; зерно в шарик не скатывается, ногтем не режется; стебли сохранили гибкость | 35-25 |
| Конец восковой спелости | Жёлтая | Эндосперм белый | Зерно ногтем не режется, но след от ногтя остаётся; стебли сохраняют гибкость; зерно из колоса не выпадает; листья отмирают полностью | 24-21 |
| Начало полной спелости | Жёлтая | Характерная для созревшего сорта | Зерно твёрдое, можно резать ножом, форма и размеры характерны для созревшего состояния | 20-18 |
| Конец полной спелости | Соломенно-жёлтая | Характерная для созревшего сорта | Зерно пересушенное, при обмолоте дробится; стебли ломкие, легко обламывается колос, зерно в колосе держится слабо | 17 и менее |

Важным узлом комбайна, обеспечивающими качество уборки, является жатка (таблица 30).

Таблица 30 – Технологические регулировки жаток комбайнов «Дон» на разных типах стеблестоя [Техническое обеспечение..., 1988; Исмагилов Р. Р., 2005]

| Параметры | Технологические регулировки | | | | |
|--|--|----|----|----|----|
| Стеблестой нормальный прямостоячий | | | | | |
| Скорость комбайна, км/ч | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Частота вращения мотовила, мин ⁻¹ | 18 | 31 | 40 | 46 | 49 |
| Высота среза, см | 15-18 | | | | |
| Подъём мотовила | ½ длины срезанных стеблей | | | | |
| Вынос мотовила, мм | 0-50 | | | | |
| Зазор, мм: шнек и днище | 10-15 | | | | |
| пальцы и днище | 12-30 | | | | |
| отсекатель и днище | Минимальный | | | | |
| пальцы битера и проставка | 28-35 | | | | |
| Стеблестой высокий (свыше 80 см) | | | | | |
| Скорость комбайна, км/ч | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Частота вращения мотовила, мин ⁻¹ | 18 | 31 | 40 | 46 | 49 |
| Высота среза, см | >18 | | | | |
| Подъём мотовила | ½ длины срезанных стеблей | | | | |
| Вынос мотовила, мм | Штоки полностью находятся в цилиндрах | | | | |
| Зазор, мм: шнек и днище | 10-15 | | | | |
| пальцы и днище | 20-30 | | | | |
| отсекатель и днище | Минимальный | | | | |
| пальцы битера и проставка | 28-35 | | | | |
| Стеблестой полёглый | | | | | |
| Скорость комбайна, км/ч | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| Частота вращения мотовила, мин ⁻¹ | 18 | 31 | 40 | 46 | 49 |
| Высота среза, см | 5 | | | | |
| Подъём мотовила | Концы граблин должны касаться почвы | | | | |
| Вынос мотовила, мм | Штоки выдвинуты максимально | | | | |
| Зазор, мм: | | | | | |
| шнек и днище | 10-15 | | | | |
| пальцы и днище | 12-20 | | | | |
| отсекатель и днище | Минимальный | | | | |
| пальцы битера и проставка | 28-35 | | | | |
| Стеблестой низкорослый (до 40 см) | | | | | |
| Скорость комбайна, км/ч | 2 | 4 | 6 | 8 | 9 |
| Частота вращения мотовила, мин ⁻¹ | 18 | 31 | 40 | 46 | 49 |
| Высота среза, см | 5-10 | | | | |
| Подъём мотовила | От 1/3 длины срезанных стеблей до уровня среза | | | | |
| Вынос мотовила, мм | Штоки полностью находятся в цилиндрах | | | | |
| Зазор, мм: шнек и днище | 10-15 | | | | |
| пальцы и днище | 12-20 | | | | |
| отсекатель и днище | Минимальный | | | | |
| пальцы битера и проставка | 28-35 | | | | |

Другими важными узлами комбайна являются молотильный барабан и подбарабанье, сепаратор зернового вороха (таблица 31).

Таблица 31 – Ориентировочные режимы работы молотильного аппарата комбайна Дон 1500Б при уборке пшеницы [Корнев Г. В., 1983; Адаптивные технологии..., 2006]

| Параметр | Значения |
|---|----------|
| Частота вращения барабана, мин ⁻¹ | 800-900 |
| Зазоры молотильного аппарата на выходе, мм | 7-8 |
| Частота вращения вентилятора, мин ⁻¹ | 850-950 |
| Открытие жалюзи очистки, мм: | |
| верхнего решета | 16-18 |
| нижнего решета | 8-9 |
| удлинителя | 12-17 |

Указанные параметры являются ориентировочными, т. к. реальное состояние посевов бывает различным в зависимости от выращиваемого сорта, плодородия почвы и фона питания, условий вегетационного периода. Следует знать, что лучшая влажность для обмолота составляет 14-17 %. Дело в том, что при пониженной влажности увеличивается доля дроблёного зерна и количество трещин в нём, а при повышенной влажности (свыше 20 %) резко возрастает доля зерна с различными вмятинами, разрывами оболочки и т. д. Травмированность зерна сопровождается снижением его посевных и технологических качеств.

При уборке сухого и перестоявшего хлебостоя устанавливают пониженную частоту вращения барабана и увеличенные зазоры между барабаном и подбарабаньем. При уборке влажного или труднообмолачиваемого хлебостоя устанавливают повышенную частоту вращения барабана и уменьшают зазоры между барабаном и подбарабаньем (таблица 32). Но необходимо знать, что чрезмерное увеличение частоты вращения барабана ведёт к резкому увеличению повреждения зерна.

Таблица 32 – Технологические регулировки комбайна «Дон» в зависимости от влажности зерновой массы пшеницы [Техническое обеспечение..., 1988]

| Влажность зерновой массы, % | Частота вращения, мин ⁻¹ | | Зазор в молотильном устройстве на выходе, мм | Зазор между пластинами жалюзи решёт, мм | |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------|--|---|---------|
| | молотильного барабана | вентилятора | | верхнего | нижнего |
| 9-12 | 650-760 | 650-750 | 6-7 | 12 | 7 |
| 13-16 | 760-830 | 750-850 | 5-6 | 15 | 8 |
| 17-20 | 830-900 | 850-950 | 4-5 | 18 | 9 |

Если в бункер вместе с зерном поступает много примесей, то прикрывают жалюзи сначала нижнего, а затем верхнего решета и увеличивают

воздушный поток до тех пор, пока не пойдёт чистое зерно. Если же зерно выносится в копнитель, то воздушный поток несколько уменьшают. Поэтому первоначально установленные параметры следует уточнять после пробного обмолота и проведения контрольной оценки.

Количество воздуха, подаваемое *вентилятором*, оказывает очень большое влияние на качество работы очистки комбайна. Чем больше воздуха подаётся вентилятором, тем лучше работает очистка. Однако чрезмерное дутьё может повлечь за собой вынос зёрен (особенно щуплых) из очистки. Поэтому следует, как правило, пользоваться наибольшей частотой вращения (или наибольшим открытием заслонок) вентилятора, однако с условием, что воздушный поток при этом не будет выносить зерно из очистки. При уборке высокоурожайных хлебов, имеющих полновесное зерно, заслонки открывают полностью, а частоту вращения вентилятора доводят до максимальной – 725 об./мин. При уборке малоурожайных хлебов заслонки прикрывают так, чтобы исключить вынос зерна воздушным потоком, и снижают обороты вентилятора до минимума (430 об./мин). При первоначальной настройке очистки для работы даже в обычных условиях уборки заслонки вентилятора открывают сначала полностью. Затем, проработав непродолжительное время, учитывают результат и вносят нужную поправку.

Степень открытия жалюзи решёт регулируют в зависимости от количества и качества поступающей к ним зерновой смеси. Для *верхнего решета*, например, важно, чтобы передние две трети его рабочей поверхности в основном справлялись с выделением зерна из поступившей на него массы. Если часть зерна, не успев просеяться, дойдёт до конца решета, то некоторая доля его может сойти в колосовой шнек. В этом случае нужно увеличить открытие жалюзи. При уборке влажной или засорённой зерновой массы жалюзи открывают больше (или снижают скорость движения комбайна), а при уборке сухой – меньше.

Степень открытия жалюзи *нижнего решета* выбирают с учётом того, чтобы сход зерна в колосовой шнек был наименьшим, а в бункер поступало, по возможности, наиболее чистое зерно. Обычно обработка зерна нижним решетом происходит по всей его длине. Если жалюзи нижнего решета открыты чрезмерно, то в бункер будет поступать засорённое зерно. При их недостаточном открытии повышается сход зерна в колосовой шнек, что влечёт за собой дробление зерна и потери свободным зерном в соломе.

Нижнее решето можно регулировать по наклону. В решётном стане с обеих сторон сделаны пазы, позволяющие зафиксировать концы нижнего решета в одном из пяти регулировочных отверстий. Этой регулировкой пользуются редко, например, когда велик сход зерна в колосовой шнек. Обычно решето устанавливают в среднее положение.

Удлинитель верхнего решета предотвращает потери свободного зерна и необмолоченных колосьев (он улавливает их и направляет в колосо-

вой шнек). Угол наклона удлинителя и степень открытия его жалюзи выбирают с таким расчётом, чтобы не было этих потерь. Слишком сильно поднимать удлинитель нецелесообразно, т. к. очень много частиц вороха, задержанных им, попадают в колосовой шнек. Нецелесообразно также чрезмерно раскрывать жалюзи удлинителя, потому что в колосовой шнек попадут не только недомолоченные колосья и отдельные зерна, но и крупные частицы вороха. При первоначальной настройке очистки для уборки в нормальных условиях удлинитель грохота фиксируют болтами, вставляя их во вторые (считая сверху) отверстия боковины.

К кожуху колосового шнека шарнирно присоединена откидная *скатная доска*. У этой доски имеется *радиальный козырёк*. При изменении наклона скатной доски между ней и лотком образуется щель, из которой выдувается полова. Козырёк перекрывает эту щель и предупреждает выдувание половы. К скатной доске прикреплен выдвижной *щиток*. Установка его в крайнее верхнее положение способствует лучшему обдуванию воздушным потоком верхнего решета и удлинителя. Однако при этом возможен вынос зерна воздухом. Установка щитка в нижнее положение приводит к плохому обдуванию решета и недостаточному разрыхлению сепарируемого слоя, что также приводит к потерям и перегрузке колосового шнека примесями. Расстояние между щитком и удлинителем верхнего решета должно быть 10-20 мм при крайнем заднем положении удлинителя. Это способствует хорошему продуванию заднего конца верхнего решета и удлинителя верхнего решета струёй воздуха от вентилятора, благодаря чему в колосовой шнек попадает не так много мелких и лёгких примесей. Если зёрна из зоны действия удлинителя при этом выдуваются, то щиток опускают ниже, ослабляя этим обдув удлинителя и заднего конца решета.

При хорошо отрегулированной очистке в сходе не должно быть потерь зерна и необмолоченных колосьев (потери не должны превышать 1,5 %), в колосовой шнек допускается поступление минимального количества зерна, доля дроблёного зерна – не более 2 %. Чистота зерна в бункере должна быть при однофазной уборке не менее 95 % и при двухфазной уборке не менее 96 %.

Использованная и рекомендуемая литература

1. Адаптивные технологии производства зерна на Среднем Урале / Н. Н. Зезин, Л. П. Огородников. – Екатеринбург, 2006. – 146 с.
2. Изаксон Х. И. Зерноуборочные комбайны «Нива» и «Колос» / Х. И. Изаксон. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1980. – 416 с.
3. Интенсивная технология производства озимой пшеницы / сост. Ю. А. Никитин, П. Н. Бурченко, К. С. Орманджи. – М. : Россельхозиздат, 1988. – 303 с.
4. Исмагилов Р. Р. Качество и технология производства хлебопекарного зерна пшеницы / Р. Р. Исмагилов, Р. А. Хасанов. – Уфа : Гилем, 2005. – 200 с.

5. Карлов М. Е. Резервы механизации производства зерна в Нечернозёмной зоне / М. Е. Карлов. – М. : Агропромиздат, 1988. – 192 с.
6. Коренев Г. В. Прогрессивные способы уборки и борьба с потерями урожая / Г. В. Коренев А. П. Тарасенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1983. – 175 с.
7. Ленточкин А. М. Биологические потребности – основа технологии выращивания яровой пшеницы : монография / А. М. Ленточкин. – Ижевск : ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. – 436 с.
8. Научные основы системы земледелия Удмуртской АССР. – Ижевск : Удмуртия, 1984. – 228 с.
9. Портнов М. Н. Пособие комбайнёра / М. Н. Портнов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1977. – 352 с.
10. Романов П. П. Научные основы совершенствования технологии возделывания и улучшения качества зерна яровых культур на Среднем Урале (пшеница, ячмень) : автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. – Пермь, 1979. – 36 с.
11. Сергеев И. Ф. Справочник тракториста-машиниста Нечернозёмной зоны / И. Ф. Сергеев, А. М. Гуревич, Н. А. Наговицын. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1988. – 272 с.
12. Справочник механизатора (установка и регулировка сельскохозяйственных машин) / под ред. акад. ВАСХНИЛ А. Н. Карпенко. – М. : Колос, 1975. – 479 с.
13. Техническое обеспечение интенсивных технологий / сост. Ю. М. Сисюкин, М. К. Комарова. – М. : Росагропромиздат, 1988. – 271 с.
14. Халанский В. М. Сельскохозяйственные машины / В. М. Халанский, И. В. Горбачёв. – М. : КолосС, 2004. – 624 с.
15. Яценко В. А. Уборка зерновых в сложных условиях / В. А. Яценко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1977. – 272 с.

8.2. Определение содержания примесей в зерне

При проведении полевых опытов уже во время уборки урожая сельскохозяйственной культуры необходимо отобрать пробы для определения чистоты зернового вороха и влажности зерна. При использовании в научных исследованиях показателя «урожайность зерна» необходимо определить чистоту и влажность зернового вороха, пересчитать массу зернового вороха (бункерной урожайности) на урожайность при 100 % чистоте и 14 % влажности.

Проведение данных анализов связано с тем, что убираемое зерно имеет различную влажность и в состав зернового вороха входит механическая смесь различных компонентов – основная культура (зерно), сорная и зерновая примеси. К *сорной примеси* зерна основной культуры относят примесь органического и неорганического происхождения, подлежащая удалению при использовании зерна по целевому назначению. Примесью неорганического происхождения является *минеральная примесь*, к которой относят песок, комочки земли, гальку и др. К *органической примеси* относят примесь органического и животного происхождения, к которой относят части стеблей, стержня колоса, ости, плёнки, части листьев, насекомых и др.

К *зерновой примеси* относят примесь неполноценных зёрен основной культуры, а также зёрен других культурных растений (ГОСТ 27186-86).

Масса зернового вороха при соблюдении рекомендуемой площади учётной делянки выращиваемых зерновых культур обычно составляет несколько единиц или десятков килограммов. Этот урожай с каждой делянки отдельно взвешивают и отбирают из него точечную пробу, которая должна быть типичной для всего объёма зернового вороха соответствующей делянки. Точечную пробу осторожно помещают в полиэтиленовый пакет, не допуская его повреждения. Внутрь пакета вкладывают заранее подготовленную этикетку с указанием варианта, фамилии исполнителя и даты отбора пробы. После этого пакет завязывают и помещают не на солнечное место, чтобы избежать перегрева зерна и образования конденсата. Общая масса точечных проб должна быть не менее 2 кг. Желательно отбирать средний образец по каждой делянке, отдельно, а не по вариантам.

Совокупность точечных проб одного варианта со всех повторений является объединённой пробой. Если масса объединённой пробы не превышает 2 кг, то она одновременно является и средней пробой, если превышает, то её уменьшают, используя делитель или ручным способом, руководствуясь соответствующей методикой (ГОСТ 13586.3-2015).

Для выделения средней пробы ручным способом объединённую пробу высыпают на стол с гладкой поверхностью, распределяют зерно в виде квадрата и смешивают его при помощи двух коротких деревянных планок (линеек) со скошенным ребром. Смешивание проводят так, чтобы зерно, захваченное с противоположных сторон квадрата на планки в правой и левой руках, ссыпалось на середину одновременно, образуя после нескольких перемешиваний валик. Затем зерно захватывают с концов валика и одновременно с обеих планок ссыпают на середину. Такое перемешивание проводят три раза.

После троекратного перемешивания объединённую пробу снова распределяют ровным слоем в виде квадрата и планкой делят по диагонали на четыре треугольника. Из двух противоположных треугольников зерно удаляют, а в двух оставшихся собирают вместе, перемешивают указанным способом и вновь делят на четыре треугольника, из которых два идут для следующего деления до тех пор, пока в двух треугольниках не будет $(2,0 \pm 0,1)$ кг зерна, которое и составит среднюю пробу.

Методы определения содержания в зерне различных примесей устанавливает ГОСТ 30483-97, который распространяется на зерно зерновых и семена бобовых культур, предназначенных для продовольственных, кормовых и технических целей.

Среднюю пробу используют для выделения навесок и проведения соответствующих анализов (рисунок 17).

В первую очередь из средней пробы выделяют навеску для определения влажности. Оставшуюся часть средней пробы взвешивают до десятых долей грамма и очищают от крупной сорной примеси.



Рисунок 17 – Схема проведения лабораторного анализа средней пробы для определения влажности и чистоты

Навески для проведения анализов выделяют из средней пробы, очищенной от крупной сорной примеси, с помощью делителя или ручным способом.

Для выделения навесок ручным способом среднюю пробу высыпают на стол с гладкой поверхностью, распределяют зерно в виде квадрата и смешивают его при помощи двух коротких деревянных планок со скошенным ребром. Смешивание проводят так, чтобы зерно, захваченное с противоположных сторон квадрата на планки в правой и левой руках, ссыпалось на середину одновременно, образуя после нескольких перемешиваний валик. Затем зерно захватывают с концов валика и одновременно с обеих планок ссыпают на середину. Такое перемешивание проводят три раза. Затем пробу снова распределяют ровным слоем в виде квадрата и планкой делят по диагонали на четыре треугольника. Из двух противоположных треугольников зерно удаляют, а в двух оставшихся собирают вместе, перемешивают указанным способом и вновь делят на четыре треугольника, из которых два идут для следующего деления до тех пор, пока в двух треугольниках не будет нужная масса зерна.

Если масса навески превышает более чем на 10 % требуемую массу, излишек зерна отбирают следующим образом: выделенную порцию зерна

высыпают на гладкую поверхность, разравнивают тонким слоем и плоским совочком отбирают излишек из разных мест по всей толщине слоя. Излишек зерна в навеске до 10 % отбирают совочком с чашки весов из разных мест, предварительно разравняв навеску. Если масса навески менее требуемой величины, то выделение навески повторяют.

8.2.1 Метод определения влажности

Для определения влажности зерна зерновых и зернобобовых культур следует руководствоваться методом, изложенным в ГОСТе 13586.5-2015. Сущность предлагаемого метода заключается в обезвоживании навески измельчённого зерна в сушильном шкафу при фиксированных параметрах: температуре, времени сушки и вычислении влажности в процентах по изменению её массы путём взвешивания навески до и после высушивания.

Для измерения влажности из средней пробы зерна после тщательного перемешивания выделяют навеску массой (300 ± 10) г и помещают её в контейнер с герметичной крышкой (непроницаемой для влаги и воздуха), заполнив его на две трети объёма.

Перед проведением измерений бюксы тщательно моют и просушивают в сушильном шкафу при температуре (105 ± 2) °С в течение 60 мин. Подготовленные бюксы хранят в эксикаторе.

В выделенном зерне измеряют влажность с помощью влагомеров для выбора варианта метода и установления продолжительности подсушивания. Для зерна с влажностью до 17,0 % (включительно) измерения проводят без предварительного подсушивания. Для зерна с влажностью свыше 17,0 % измерения проводят с предварительным подсушиванием до остаточной влажности в пределах от 9,0 % до 17,0 %. Для зерна овса и кукурузы предварительное подсушивание проводят при влажности свыше 15,5 %.

8.2.1.1 Измерение влажности с предварительным подсушиванием

Для определения влажности необходимо использовать шкаф сушильный электрический, который обеспечивает создание и поддержание температуры в рабочей зоне высушивания от 100 °С до 150 °С с отклонением от заданного значения не более ± 2 °С. Мощность нагрева должна быть такой, чтобы сушильный шкаф, отрегулированный на температуру (130 ± 2) °С, мог восстановить заданную температуру не более чем через 15 мин после загрузки максимального числа проб (при полной загрузке рабочей зоны высушивания).

Перед подсушиванием зерна сушильный шкаф, разогревают до температуры (110 ± 2) °С. Продолжительность восстановления температуры до 105 °С в камере сушильного шкафа после загрузки в неё бюкс с навесками должна быть не более 4 мин.

Навеску зерна массой (300 ± 10) г перед началом измерений тщательно перемешивают, встряхивая контейнер в разных направлениях и плоскостях, затем отбирают совком из разных мест навеску массой 20,00 г в просушенную и взвешенную сетчатую бюксу с размером отверстий сетки 0,45 мм, высотой 15 мм и диаметром 77 мм. Бюксу закрывают и взвешивают с точностью до 0,01 г.

Влажность зерна основной культуры и засорителей, присутствующих в зерновом ворохе, как правило, имеет существенные различия. Поэтому чтобы повысить объективность исследований навеска 20,00 г должна быть, по нашему мнению, представлено только зерном основной культуры.

После взвешивания бюксы с открытыми крышками помещают в подготовленный сушильный шкаф и подсушивание проводят при температуре (105 ± 2) °С.

Продолжительность подсушивания навесок зерна в зависимости от влажности, предварительно измеренной с помощью влагомера, устанавливают по таблице 33.

Таблица 33 – Время предварительного подсушивания навесок зерна, мин

| Наименование культуры | Продолжительность подсушивания (с момента восстановления температуры 105 °С в камере сушильного шкафа) при влажности | | |
|---|--|---------------|------------|
| | до 25 % | от 25 до 35 % | более 35 % |
| Пшеница, рожь, овёс, просо, сорго, гречиха, ячмень, рис-зерно | 7 | 12 | 30 |
| Кукуруза, фасоль, горох, нут | 15 | 25 | 40 |
| Чина, вика, чечевица | 15 | 25 | 25 |
| Примечание – При одновременном предварительном подсушивании зерна одной или нескольких культур с различной исходной влажностью допускается продолжительность подсушивания, установленная в таблице для испытуемого зерна с максимальной исходной влажностью. При этом предварительное подсушивание кукурузы, фасоли, гороха, нута с исходной влажностью свыше 35 % проводят отдельно от всех других культур в течение 40 мин. | | | |

По окончании предварительного подсушивания бюксы с зерном вынимают, охлаждают с помощью охладителя АУО или ОБЛ в течение 5 мин и взвешивают.

Подсушенную и охлаждённую навеску зерна переносят из сетчатых бюкс в мельницу типа ЛЗМ, обеспечивающую измельчение зерна до заданной крупности, и измельчают. Время размола зерна пшеницы, ржи, риса, гречихи, проса, сорго, кукурузы, гороха, фасоли, чечевицы, вики, нута, чины – 30 с, зерна ячменя, овса, люпина – 60 с.

Крупность помола периодически контролируют просеиванием навесок на ситах № 1 и № 8 на гладкой поверхности без встряхивания сит в течение 3 мин при 110-120 круговых движениях в минуту. При этом остаток

на сите № 1 должен быть не более 5 %, проход через сито № 8 – не менее 50 %. Если требуемая крупность не обеспечивается, следует увеличить продолжительность размола.

Из эксикатора извлекают две чистые просушенные металлические бюксы с крышками высотой 20 мм и диаметром 48 мм, взвешивают с записью результата до второго десятичного знака. Измельчённое зерно сразу переносят в эти две металлические бюксы и массу каждой навески доводят до 5,00 г.

В сушильный шкаф, разогретый до (140 ± 2) °С, быстро помещают бюксы с навесками размолотого зерна, при этом сначала в гнездо ставят крышку, а на крышку – бюксу. Свободные гнезда шкафа заполняют пустыми бюксами. Следует обратить внимание, что нельзя помещать влажные продукты в сушильный шкаф, где находятся пробы на последней стадии высушивания.

Время сушки при температуре (130 ± 2) °С измельчённого зерна всех культур 40 мин, измельчённого зерна кукурузы – 60 мин.

По завершении высушивания бюксы с измельчённым зерном извлекают из сушильного шкафа, закрывают крышками и переносят в эксикатор до полного охлаждения, примерно на 20 мин (но не более 2 ч). Ставить бюксы друг на друга не допускается. Охлаждённые бюксы с измельчённым зерном взвешивают с записью результата до второго десятичного знака.

8.2.1.2 Измерение влажности без предварительного подсушивания

Из зерна, подготовленного для измерения влажности, которое имеет влажность не более 17,0 %, выделяют навеску массой 20,00 г и измельчают, затем выделяют пробы и их обезвоживают в соответствии с требованиями, указанными при определении влажности зерна с предварительным подсушиванием.

8.2.1.3 Обработка и выражение результатов измерений

Влажность зерна X без предварительного подсушивания, %, вычисляют по формуле:

$$X = 20(m_1 - m_2),$$

где m_1 – масса навески измельчённого зерна до высушивания, г;

m_2 – масса навески измельчённого зерна после высушивания, г;

20 – коэффициент для расчёта влажности, %.

Результаты вычислений записывают до второго десятичного знака.

Влажность зерна при измерении с предварительным подсушиванием X_1 , %, вычисляют по формуле:

$$X_1 = 100 - m_1 \cdot m_2,$$

где m_1 – масса навески целого зерна после предварительного подсушивания, г;
 m_2 – масса навески размолотого зерна после высушивания, г;
100 – коэффициент пересчёта, равный 100 %.

Примечания

1 Промежуточные вычисления по формуле проводят до четвёртого десятичного знака, а результат записывают до второго десятичного знака.

2 Например, при массе навески целого зерна после предварительного подсушивания 16,37 г и при массе навески размолотого зерна после высушивания 4,46 г рассчитываемая влажность зерна составит:

$$X_1 = 100 - 4,46 \cdot 16,37 = 100 - 73,0102 = 26,99 \%$$

Допускаемое расхождение результатов двух параллельных измерений не должно превышать 0,20 %. При превышении допускаемого расхождения результатов двух параллельных измерений испытание повторяют.

За окончательный результат измерения влажности зерна принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных измерений и в журнале регистрации результатов влажности проставляют это значение, округлённое до первого десятичного знака.

Округление результатов измерений влажности проводят следующим образом: если цифра, следующая за установленным пределом точности, равна или больше пяти, то предшествующую цифру увеличивают на единицу; если же цифра меньше пяти, её отбрасывают.

8.2.2 Определение содержания сорной и зерновой примесей

Чтобы пересчитать убранный урожай на 100 % чистоту необходимо определить, главным образом, содержание крупной сорной примеси, явно выраженной сорной и зерновой примесей.

8.2.2.1 Определение содержания крупной сорной примеси

Крупной сорной примесью считают компоненты сорной примеси анализируемой культуры, оставшихся на сите с отверстиями диаметром 6 мм. Для проведения анализа среднюю пробу зерна взвешивают с точностью до 0,1 г до полного просеивания зерна основной культуры. Допускается просеивание средней пробы проводить частями при диаметре обечайки сита менее 30 см. Вручную выбирают оставшиеся на сите компоненты

крупной сорной примеси (части листьев, стеблей; створки бобов; части колоса и отдельные колоски, из которых извлекают зерно; крупные семена сорных растений; комочки земли; гальку), и взвешивают с точностью до второго десятичного знака. Из средней пробы крупносеменных культур (горох, кукуруза, кормовые бобы, фасоль и др.) допускается выбирать вручную компоненты крупной сорной примеси.

Содержание фракций крупной сорной примеси ($X_{к.с.}$, %), вычисляют по формуле:

$$X_{к.с.} = \frac{m_{к.с.} \cdot 100}{m},$$

где $m_{к.с.}$ – масса фракции крупной сорной примеси культуры, г;
 m – масса средней пробы, г.

8.2.2.2 Определение содержания явно выраженных сорной и зерновой примесей

Из средней пробы зерна, освобождённой от крупной сорной примеси, выделяют навески массой:

50 г – пшеницы, ржи, ячменя, гречихи, овса, вики;

25 г – проса, сорго;

100 г – кукурузы, гороха, фасоли, люпина;

200 г – бобов кормовых.

Навеску взвешивают с точностью до первого десятичного знака.

При проведении определения содержания сорной и зерновой примесей навески просеивают на комплекте лабораторных сит, приведённых в таблице 34, применительно к анализируемой культуре, устанавливая сита в последовательности: поддон; сито для выделения прохода, относимого к сорной примеси.

Таблица 34 – Перечень применяемых лабораторных сит

| Наименование культуры | Размер отверстий сит (мм) для выделения прохода, относимого к сорной примеси |
|-----------------------|--|
| Пшеница | диаметр 1,0 |
| Рожь | диаметр 1,0 |
| Ячмень | диаметр 1,5 |
| Овёс | диаметр 1,5 |
| Просо | 1,4 × 20 |
| Гречиха | диаметр 3,0 |
| Горох | диаметр 2,5 |
| Вика | диаметр 2,0 |

Комплект сит помещают на деревянную гладкую и ровную поверхность или стекло и круговыми движениями без встряхивания просеивают гречиху и зернобобовые культуры, а остальные культуры просеивают равномерными возвратно-поступательными движениями (по направлению продольной оси продолговатых отверстий сит) без встряхивания. При просеивании размах колебаний сит должен быть около 10 см, а продолжительность просеивания должна составлять 1 мин для зернобобовых культур и 3 мин для всех зерновых культур при 110-120 движениях в минуту.

Из остатка на сите (сходе) выделяют фракции явно выраженной сорной (в том числе вредную и особо учитываемую примесь) и зерновой примесей в соответствии с характеристиками, приведёнными в стандарте на анализируемую культуру.

Обнаруженную металломагнитную, вредную (спорынья, утрица, вязель разноцветный, горчак ползучий, софора лисохвостная, термопсис ланцетный, гелиотроп опушённоплодный, треходесма седая, плевел опьяняющий), особо учитываемую примесь (головнёвые зерна, галька, семена донника и луковички дикого чеснока), а также живых и мёртвых вредителей в данном случае относят к сорной примеси.

Выделенные, согласно стандарту на исследуемую культуру, фракции явно выраженной сорной и зерновой примесей взвешивают с точностью до первого десятичного знака при массе фракции 25 г и более и с точностью до второго десятичного знака при массе фракции менее 25 г.

Содержание фракций явно выраженной сорной примеси ($X_{ф.с.}$, %) и явно выраженной зерновой примеси ($X_{ф.з.}$, %), вычисляют по формулам:

$$X_{ф.с.} = \frac{m_{ф.с.} \cdot 100}{m_1};$$

$$X_{ф.з.} = \frac{m_{ф.з.} \cdot 100}{m_1},$$

где $m_{ф.с.}$ – масса фракции явно выраженной сорной примеси, г;

$m_{ф.з.}$ – масса фракции явно выраженной зерновой примеси, г;

m_1 – масса навески, г.

Вычисления содержания фракций явно выраженной сорной и зерновой примесей проводят до второго десятичного знака.

При определении содержания явно выраженной сорной и зерновой примесей учитывают следующие особенности овса крупяного и кормового: обнаруженные в навеске перед просеиванием двойные зерна, а также двухзёрный овёс разделяют, при этом сильно незрелые зерна относят к зерновой примеси, а цветковые плёнки – к сорной примеси.

8.2.2.3 Определение общего содержания сорной и зерновой примесей

Общее содержание примесей вычисляют как сумму результатов определений:

- крупной сорной примеси ($X_{к.с.}$, %), выделенной из схода сита с отверстиями 6 мм;
- явно выраженной сорной примеси ($X_{ф.с.}$, %), включающую проход сита, остаток на сите в виде явно выраженной сорной примеси, а также обнаруженной металломагнитной, вредной (спорынья, угрица, вязель разноцветный, горчак ползучий, софора лисохвостная, термопсис ланцетный, гелиотроп опушенноплодный, трехдесма седая, плевел опьяняющий), особо учитываемой примесей (головнёвые зерна, галька, семена донника и луковички дикого чеснока), живых и мёртвых вредителей;
- зерновой примеси ($X_{ф.з.}$, %).

Например, крупная сорная примесь составила 1,11 %, явно выраженная сорная примесь – 2,22 %, зерновая примесь – 1,11 %. Тогда общая засорённость зерна основной культуры составит 4,44 %, а чистота – 95,56 %.

Использованная и рекомендуемая литература

1. ГОСТ 13586.3-2015 Зерно. Правила приёмки и методы отбора проб. – Дата введения 2016-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 12 с.
2. ГОСТ 13586.5-2015 Зерно. Метод определения влажности. – Дата введения 2016-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 12 с.
3. ГОСТ 23153-78 Кормопроизводство. Термины и определения. – переиздание с изменениями. – Дата введения 01.07.1979. – Москва : Изд-во стандартов, 1995. – 18 с.
4. ГОСТ 27186-86 Зерно заготавливаемое и поставляемое. Термины и определения. – Введён 01.01.1988. – Москва : Изд-во стандартов, 1987. – 9 с.
5. ГОСТ 30483-97 Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности; содержания зерен пшеницы, повреждённых клопом-черепашкой; содержания металломагнитной примеси. – Введён 01.07.1998. – Минск : Стандартинформ, 2009. – 19 с.
6. СТ СЭВ 543-77 Числа. Правила записи и округления (утверждён Постоянной Комиссией по стандартизации, Улан-Батор, июнь 1977 г.; введён в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 30 декабря 1977 г. N 3157 в качестве государственного стандарта СССР в народном хозяйстве СССР). – Введён 01.12.1979. – Москва : Изд-во стандартов, 1978. – 4 с.

8.3 Анализ качества семян

8.3.1 Определение чистоты и отхода семян

Семена – это семенной материал, предназначенный для посева. К семенам относят собственно семена, плоды, части сложных плодов, соплодия, колоски и др. (ГОСТ 20290-74). Это понятие не следует путать с понятием «зерно», которое распространяется на плоды злаковых культур, используемые для пищевых, кормовых и технических целей (ГОСТ 27186-86).

Чистота семенного материала – содержание в нём семян основной культуры, выраженное в процентах. Чистоту определяют по результатам осмотра пробы и выделения примесей, учитываемых поштучно, крупного сора и анализа двух навесок, выделенных из средней пробы.

Определение примесей. Семена высыпают на стол и оценивают их состояние (окраска, блеск, запах и др.) и наличие в пробе крупных посторонних примесей. К ним относят камешки, комочки земли, кусочки растений (солома, колоски, части сорных растений, нераскрывшиеся соцветия и т. п.), которые не могут равномерно распределяться в семенах. Крупные посторонние примеси взвешивают с точностью до 0,01 г и находят процентное содержание в средней пробе.

Выделение навесок и определение чистоты. Размер навески установлен в зависимости от крупности семян (таблица 35). Навески выделяют при помощи механических делителей или вручную, способом выемок.

Таблица 35 – Размер навесок для определения чистоты семян

| Культура | Масса навески, г |
|---|------------------|
| Бобы, все виды гороха, фасоль, кукуруза, люпин жёлтый, люпин белый, люпин узколистный, чина | 200 |
| Пшеница, рожь, ячмень, овёс, гречиха, вика (все виды), люпин многолетний, тритикале | 50 |
| Просо, свёкла (кроме полиплоидной), сорго, суданская трава, козлятник | 20 |
| Лен | 10 |
| Горчица белая, горчица сарептская, рапс, брюква кормовая, турнепс, кострец безостый, клевер гибридный тетраплоидный, клевер луговой тетраплоидный, сурепица | 5 |
| Клевер луговой, люцерна (все виды), лядвенец, овсяница луговая, донник (все виды) | 4 |
| Ежа сборная клевер ползучий, тимopheевка, клевер гибридный | 2 |

При отборе навесок вручную семена перемешивают, разравнивают в виде прямоугольника (слоем не более 1 см) и двумя совочками, направленными друг к другу до соединения, отбирают в шахматном порядке 16 выемок семян для составления первой навески, а затем в промежутках между ними –

16 выемок для второй навески (рисунок 18). Если необходима третья навеска, то её отбирают после перемешивания остатков аналогичным способом.

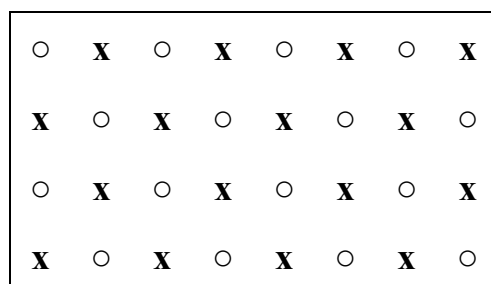


Рисунок 18 – Схема отбора выемок для составления навесок:

- – места выемок для первой навески;
- х – места выемок для второй навески

Навески взвешивают. Разница с установленным размером должна быть не более 10 %. Если навеска оказалась больше или меньше установленной менее чем на 10 %, в этом случае убирают лишнее количество семян или добавляют недостающее. В случае если навеска отличается от установленной более чем на 10 %, её высыпают и отбирают вновь по вышеописанной методике.

Каждую навеску разбирают на семена основной культуры и отход.

Семена основной культуры – это семена исследуемой культуры, т. е. семена культуры, поступившей на анализ для определения их посевных качеств. *Отход* – дефектные семена исследуемой культуры и посторонние примеси.

К *дефектным семенам* относят:

- мелкие и щуплые семена основной культуры, выделяемые на решётах или выполненные менее чем на 1/3, а у льна на половину нормального семени;
- раздавленные;
- проросшие с корешком или ростком размером не менее половины длины семени;
- загнившие;
- битые и повреждённые вредителями при повреждении более половины семени.

Семена плёнчатых культур дополнительно прощупываются нажатием на семя шпателем или разделяются на воздушном классификаторе, злаковых трав – просматриваются на диафаноскопе.

Для выделения мелких и щуплых семян основной культуры используют решёта, размеры которых, в зависимости от анализируемой культуры, приведены в таблице 36.

Семена просеивают в течение 1 минуты. Проход через указанные решета относят к отходу. После просеивания семена, оставшиеся на решете, высыпают на стол (разборную доску) и вручную, с помощью шпателя, их разбирают на семена основной культуры и отход. Обрушенные семена, прошедшие через решето, относят к отходу.

К посторонним примесям относят:

- семена других культурных растений;
- семена сорных растений;
- головнёвые мешочки и их части, комочки, колоски; плёнки, склероции спорыньи и других грибов;
- галлы пшеничной нематоды;
- живых и мёртвых вредителей семян и их личинок;
- комочки земли, камешки, песок, обломки растений;
- экскременты грызунов и насекомых;
- цветочные плёнки, семенные и плодовые оболочки.

Таблица 36 – Размеры решет для выделения мелких и щуплых семян

| Культура | Ячейки решет | Размер решет, мм* |
|---|---------------|--|
| Пшеница, ячмень, тритикале | продолговатые | 1,7 x 20 |
| Рожь, овёс, | продолговатые | 1,5 x 20 |
| Кукуруза, подсолнечник | продолговатые | 2,5 x 20 |
| Свёкла кормовая | продолговатые | набор решет 4,0 x 20; 3,0 x 20; 2,0 x 20 |
| Бобовые травы, просо | круглые | 0,5 |
| * Исходя из местных климатических условий, по согласованию с Министерством сельского хозяйства допускается применение решет с отверстиями 1,5 x 20 мм – для семян ячменя и пшеницы, 1,2 x 20 мм – ржи и овса. | | |

К семенам других культурных растений относят семена всех культурных растений, за исключением тех, которые по морфологическим признакам не отличаются от семян соответствующих дикорастущих видов (таблица 37).

По окончании разбора навески отход объединяют (прошедший через решето и полученный при разборе навески) и взвешивают с точностью до 0,01 г, а семена сорняков и других культурных растений подсчитывают поштучно и записывают в рабочий бланк с указанием культуры и преобладающих видов сорных растений. Кроме того, выделяют и подсчитывают галлы пшеничной нематоды, а головнёвые мешочки и их части, склероции спорыньи взвешивают с точностью до 0,001 г.

Таблица 37 – Список культурных растений, семена которых причисляются к семенам сорных растений

| | |
|--|---|
| Основная культура | Культурные растения, семена которых по морфологическим признакам не отличаются от семян соответствующих дикорастущих видов |
| Зерновые, зернобобовые, технические, масличные, эфиромасличные | семена растений семейства капустных, мака, щавеля, моркови, петрушки, пастернака, тмина, цикория, однолетних трав, кроме суданской травы, многолетних бобовых и мятликовых трав |
| Кормовые травы | семена растений семейства капустных, мака, щавеля, моркови, петрушки, пастернака, тмина, цикория |
| Кормовые корнеплоды | семена рыжика, мака, тмина, цикория, однолетних трав, кроме суданской травы, многолетних бобовых и мятликовых трав |

Определяют *нормируемые отдельные показатели*. К ним относятся семена основной культуры: в семенах плёнчатых культур (ячмень, овёс, гречиха, просо) – обрушенные; гороха – семена пелюшки. Обрушенными считаются семена, утратившие половину и более оболочки, а у проса и гречихи – дополнительно с раскрывшимися более чем на половину оболочками. Примеси взвешивают с точностью до 0,01 г и вновь объединяют с навеской. Вычисляют средний процент по двум навескам.

Семена других культур, сорняков (в т. ч. ядовитых и карантинных), болезнетворные организмы (головнёвые мешочки и их части, склероции грибов) выделяют и учитывают не только из навесок, но и из остатка средней пробы, а у мелкосемянных культур – из дополнительной трёхкратной навески. Их суммируют с аналогичными примесями, выделенными из навесок, и рассчитывают на массу пробы, переводя в последствии в штуки на 1 кг семян.

Вычисление показателей чистоты и отхода. Содержание примесей определяется в следующем порядке:

- крупные посторонние примеси – в процентах к массе средней пробы;
- содержание головнёвых образований, склероциев – в процентах к массе средней пробы;
- примеси основной культуры – в процентах к массе навески;
- семена других культур, в том числе сорных, ядовитых и карантинных растений – в штуках на 1 кг.

При расчёте процента *семян основной культуры* в партии анализируемых семян, суммируют процентное содержание крупных посторонних примесей в средней пробе и примеси в навесках.

Расхождение между показателями двух навесок по чистоте, отходу или нормируемым примесям не должно превышать следующих допустимых размеров (таблица 38).

Таблица 38 – Допустимые расхождения между показателями двух навесок, %

| Средний арифметический процент чистоты | Средний арифметический процент примесей | Допустимое расхождение, % |
|--|---|---------------------------|
| 99,50-100 | 0-0,5 | 0,2 |
| 99,00-99,49 | 0,51-1,00 | 0,4 |
| 98,00-98,99 | 1,01-2,00 | 0,6 |
| 97,00-97,99 | 2,01-3,00 | 0,8 |
| 96,00-96,99 | 3,01-4,00 | 1,0 |
| 95,00-95,99 | 4,01-5,00 | 1,2 |
| 94,00-94,99 | 5,01-6,00 | 1,4 |

Если расхождение между результатами анализа двух навесок превышает допустимое значение, отбирают и анализируют третью навеску. Чистоту семян устанавливают по среднему арифметическому результату анализа третьей навески и одной из предыдущих навесок, расхождение с которой не превышает допустимого значения. Если при анализе третьей навески имеется расхождение больше допустимого, тогда окончательный результат анализа устанавливают по среднему арифметическому показателю всех трёх навесок.

Содержание головнёвых образований, склероциев спорыньи и галлы пшеничной нематоды вычисляют до 0,001 %, остальных показателей чистоты и отхода семян, нормируемых стандартами – до 0,01 %.

После проведённого анализа семена основной культуры высыпают отдельно по каждой навеске в пакетики и сохраняют для последующих анализов (определения массы 1000 семян, всхожести, жизнеспособности и т. д.). Все последующие анализы проводят только на семенах основной культуры. Для этого используют одну из навесок. Если в одной навеске недостаточно семян для выполнения всех анализов, тогда используют и другую навеску.

Для контроля точности анализа в испытательной лаборатории сохраняют не только семена основной культуры, но и все фракции отхода. Их высыпают в пакетики и помещают в мешочки с остатками образца, который хранят в течение двух месяцев после посева в поле семян данной партии.

Пример расчёта чистоты семян. Чистота семян в первой навеске составила 98,0 %, во второй 97,2 %, среднее арифметическое составит: $(98,0 + 97,2) / 2 = 97,6$ %. При среднем арифметическом 97,6 % допустимое расхождение равно 0,8 % (из данных таблицы 38). Фактическое расхождение

ние между результатами двух навесок составляет 0,8 % (98,0 – 97,2), т. е. не превышает допускаемого расхождения.

В средней пробе ячменя, масса которой составляет 1005 г, обнаружено 1,60 г крупных примесей (или 0,16 %). При анализе двух навесок выделено из первой – 1,00 г посторонних примесей (что составляет 2,00 %), из второй – 1,40 г (2,80 %). В среднем процент примесей из двух навесок составил $(2,00 + 2,80) / 2 = 2,40$ %. Таким образом, общий отход образца семян составил $0,16 + 2,40 = 2,56$ %. Содержание семян основной культуры в данной партии семян составило $100 - 2,56 = 97,44$ %.

8.3.2 Определение влажности семян

Среднюю пробу, предназначенную для определения влажности и заражённости амбарными вредителями, перемешивают путём встряхивания. Для анализа отбирают 45-50 г семян зерновых, зернобобовых и других крупносемянных культур и 23-25 г для мелкосемянных. Пробу делят примерно на две равные части. Одну часть помещают в бюксы, закрывают крышками и хранят на случай необходимости повторного анализа. Вторую часть используют сразу для анализа.

Для анализа берут две навески семян по 5,0 г. Бюксы пронумеровывают и взвешивают вместе с крышками до 0,01 г. Для ускорения высушивания подготовленные пробы семян измельчают на лабораторных мельничках. Чтобы семена не нагревались и влага не испарялась, размол производят быстро: гречиху и просо – не более 20 с, пшеницу, рожь, тритикале, вику – 40 с, кукурузу, ячмень, овёс, зерновые бобовые – 60 с. Мелкосемянные культуры не требуют размола, а семена масличных и эфиромасличных культур не размалывают из-за трудности размалывания и возможности большого окисления масла во время высушивания, что ведёт к искажению результатов анализа.

Бюксы с навесками семян помещают в разогретый до требуемой температуры сушильный шкаф в один ряд на каждой полке. Согласно ГОСТ рекомендуются следующие температуры и сроки высушивания семян разных культур (таблица 39). Время сушки отсчитывают с момента восстановления заданной температуры после загрузки шкафа.

Таблица 39 – Условия высушивания семян для определения их влажности

| Культура | Температура, °С | Время, мин |
|---|-----------------|------------|
| Пшеница, рожь, тритикале, ячмень, овёс, гречиха, горох, вика | 150 | 20 |
| Кукуруза, просо, сорго, зерновые бобовые (кроме гороха и вики), люпин, подсолнечник, эспарцет | 130 | 40 |
| Кормовые травы, корнеплоды, лен, горчица | 130 | 20 |
| Масличные и эфиромасличные | 105 | 300 |

После высушивания бюксы с семенами вынимают из шкафа, закрывают крышками и помещают на 15-20 минут в эксикатор для охлаждения, а затем взвешивают с точностью до 0,01 г.

Влажность семян (W , %) вычисляют по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100,$$

где m_1 – масса сырой навески, г;

m_2 – масса навески после сушки, г.

Влажность партии семян равна среднему арифметическому показателю двух навесок. Анализ считается законченным, если расхождение между двумя параллельными определениями не превышает 0,2 % для семян, размалываемых перед высушиванием, и 0,4 % для семян, высушиваемых целыми или разрезанными. При расхождении результатов на большую величину анализ повторяют.

Если при повторном определении расхождение между результатами находится в пределах допускаемого, влажность семян устанавливают по результатам повторного определения. В случае расхождения выше допускаемого при повторном определении влажность определяют как среднее арифметическое двух определений, т. е. по 4 навескам.

Если семена зерновых, зерновых бобовых культур и подсолнечника имеют высокую влажность – более 18 %, их влажность определяют с предварительным подсушиванием при более низкой температуре, чем ограничивают потерю влаги. Для предварительного подсушивания берут навеску 20 г, помещают в сетчатую бюксу и сушат при температуре 105 °С в течение 30 мин, а семена зерновых I группы – при 120 °С в течение 15 мин. Затем навеску охлаждают и взвешивают, после чего проводят основное высушивание обычным способом.

Влажность семян с предварительным высушиванием (W_2) вычисляют по формуле:

$$W_2 = 100 \times \left(1 - \frac{m_1 \times m_2}{m_3 \times m_4} \right),$$

где m_1 – масса 20-граммовой навески после подсушивания, г;

m_2 – масса 5-граммовой навески после высушивания, г;

m_3 – масса навески, равная 20 г;

m_4 – масса навески, равная 5 г.

8.3.3 Определение лабораторной всхожести и энергии прорастания

Из семян основной культуры, выделенных из навесок при определении чистоты, отбирают четыре пробы по 100 шт., а по крупносеменным культурам (арахис, бобы, кукуруза, фасоль, нут, клецелина) – по 50 шт. При подсчёте двойную зерновку овса считают за одно семя. Семена проращивают в растильнях, чашках Петри в термостате при температуре, установленной для каждой культуры. В качестве ложа применяют промытый, прокалённый, просеянный через сито кварцевый песок, фильтровальную бумагу. Бумагу увлажняют до полной влагоёмкости (опускают в воду, затем вынимают, дают стечь избытку воды), песок – до 60 % полной влагоёмкости (для крупносемянных культур – до 80 %).

Существует несколько способов проращивания семян:

- на бумаге (НБ) – семена раскладывают на двух-трёх слоях увлажнённой бумаги в чашках Петри;
- между бумагой (МБ) – семена раскладывают в растильни на два-три слоя, сверху покрывают одним слоем увлажнённой фильтровальной бумаги;
- в рулонах (Р) – на двух слоях увлажнённой фильтровальной бумаги размером 10 × 100 см раскладывают пробу семян зародышами вниз (для округлых семян без ориентации) по линии, проведённой на расстоянии 2-3 см от верхнего края листа. Сверху семена накрывают увлажнённой бумагой такого же размера, затем полосы неплотно свёртывают в рулон и помещают в вертикальном положении в растильню;
- на гофрированной бумаге (Г) – на фильтровальной бумаге размером 12 × 100-105 см, сложенной гармошкой таким образом, чтобы получилось 24-25 складок высотой 20-28 мм. Семена раскладывают между складками;
- на песке (НП) – растильню заполняют песком на 2/3 высоты, семена раскладывают рядами на расстоянии 0,5-1,5 см одно от другого, вдавливая трамбовкой в песок на глубину, равную их толщине;
- в песке (ВП) – растильни на 1/2 высоты наполняют увлажнённым песком, разравнивают его. После раскладки семена вдавливают трамбовкой в песок и покрывают слоем увлажнённого песка на 0,5 см.

Проращивание ведут в термостате, на дно которого ставят противень с водой для поддержания оптимальной влажности воздуха. Чашки Петри, растильни ставят друг на друга. Верхнюю растильню накрывают стеклом или пустой растильней. Ложе из фильтровальной бумаги необходимо регулярно смачивать, чтобы оно не подсыхало. При проращивании семян в песке и на песке начального количества влаги хватает на весь период проращивания.

Условия проращивания семян приведены в таблице 40.

Таблица 40 – Условия проращивания семян

| Культура | Условия проращивания | | | | Срок определения, сут | |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|-----------|
| | ложе | температура, °С | | освещённость | энергия прорастания | всхожесть |
| | | постоянная | переменная | | | |
| Пшеница мягкая | НП, МБ, Р, МБ* | 20 | – | Т | 3 | 7 |
| Рожь озимая | НП, МБ, Р, МБ* | 20 | – | Т | 3 | 7 |
| Ячмень | ВП, НП, Р, МБ* | 20 | – | Т | 3 | 7 |
| Овёс | ВП, НП, Р, МБ* | 20 | – | Т | 4 | 7 |
| Тритикале | НП, МБ | 20 | – | Т | 3 | 7 |
| Горох посевной | ВП, НП | 20 | – | Т | 4 | 8 |
| Гречиха | Р, МБ | 25 | 20-30 | Т | 4 | 7 |
| Просо | Р, МБ | – | 20-30 | Т | 4 | 7 |
| Кукуруза | НП, Р | 25 | 20-30 | Т | 4 | 7 |
| Вика посевная | НП | 20 | – | Т | 3 | 7 |
| Вика мохнатая | НП | 20 | – | Т | 3 | 7 |
| Свёкла кормовая | НП, Г | 20-30 | | Т | 5 | 10 |
| Лен-долгунец | НБ | 20 | – | Т | 3 | 7 |
| Рапс яровой и озимый | НБ | 20 | 20-30 | Т | 3 | 7 |
| Клевер луговой, гибридный, ползучий | НБ | 20 | - | Т | 3 | 7 |
| Клевер луговой тетраплоидный | НБ | 20 | - | Т | 4 | 8 |
| Люцерна изменчивая | НБ, МБ | 20 | - | Т | 3 | 7 |
| Лядвенец рогатый | НБ | 20 | 20-30 | Т | 4 | 10 |
| Козлятник восточный | МБ | 20 | – | Т | 3 | 14 |
| Донники | НБ | 20 | – | Т | 4 | 10 |
| Кострец | НБ | - | 20-30 | С; Т | 4 | 10 |
| Ежа сборная | НБ | - | 20-30 | С; Т | 7 | 14 |
| Овсяница луговая | НБ | - | 20-30 | С; Т | 5 | 10 |
| Тимофеевка луговая | НБ | - | 20-30 | С; Т | 4 | 8 |

Примечание: МБ* – между слоями фильтровальной бумаги с постоянной подачей воды; Т – проращивание в темноте; С – проращивание на свету

В термостатах следует поддерживать постоянную температуру, проверяя её несколько раз в день – утром, в середине дня и вечером. Она не

должна отклоняться более чем на ± 2 °С. Влажность ложа проверяют ежедневно, при необходимости смачивают водой. Воду в поддоне термостата меняют раз в 3-5 сут.

Оценку и учёт проросших семян при определении энергии прорастания и всхожести проводят в установленные для каждой культуры сроки. При этом день закладки семян на проращивание и день подсчёта энергии прорастания или всхожести считают за одни сутки.

При учёте энергии прорастания подсчитывают и удаляют только нормально проросшие и загнившие семена, а при учёте всхожести отдельно подсчитывают нормально проросшие, набухшие, твёрдые, загнившие и ненормально проросшие семена.

К *нормально проросшим* относят семена, проростки которых имеют здоровые и неповреждённые корешки и росток. У зерновых культур к числу нормально проросших относят семена, имеющие не менее двух развитых корешков, размером более длины семени, и росток, размером не менее половины его длины. К нормально проросшим относят также семена с небольшими дефектами:

- с незначительным поверхностным повреждением основных органов проростка, не затрагивающим проводящие ткани;
- с повреждённым главным зародышевым корешком, если достаточно хорошо развиты несколько придаточных или боковых корешков (кукурузы, подсолнечника, крупносемянных бобовых);
- с одной семядолей или незначительным (не более 1/3) повреждением верхних частей обеих семядолей, без повреждения верхушечной почки у двудольных растений.

К *непроросшим* относят:

- набухшие семена, которые к моменту окончательного учёта всхожести не проросли, но имеют здоровый вид и при нажиме пинцетом не раздавливаются;
- твёрдые семена, которые к установленному сроку не набухли и не изменили внешнего вида.

Невсхожими семенами считают: загнившие, ненормально проросшие, с недоразвитыми зародышевыми корешками, колеоптилем.

Для вычисления лабораторной всхожести суммируют количество нормально проросших семян за два срока (при учёте энергии прорастания и всхожести). Всхожесть семян средней пробы вычисляют в процентах, как среднее арифметическое четырёх повторений, если эти результаты не превышают следующие, допустимые по ГОСТ, расхождения со средним арифметическим (таблица 41).

Таблица 41 – Допустимые расхождения между показателями лабораторной всхожести, %

| Всхожесть | Допустимое расхождение | Всхожесть | Допустимое расхождение |
|-----------|------------------------|-----------|------------------------|
| 99 | 2 | 88-91 | 6 |
| 97-98 | 3 | 83-87 | 7 |
| 95-96 | 4 | 75-82 | 8 |
| 92-94 | 5 | 62-74 | 9 |

Перед вычислением всхожести кормовых бобовых трав, вики, люпина к количеству нормально проросших прибавляют все твёрдые семена.

Если результаты одного из повторений имеют расхождение больше указанного, процент всхожести и энергии прорастания семян вычисляют по результатам анализа трёх остальных проб, а если по результатам анализа имеются отклонения выше допускаемых результатов анализа двух проб – анализ повторяют.

Если при повторном анализе расхождение между результатами анализа проб не превышает допускаемое, а полученные данные подтверждают кондиционность семян, то всхожесть вычисляют по результатам повторного определения. Если при повторном проращивании семян за пределы допускаемых отклонений выходят результаты анализа двух проб или всхожесть оказалась ниже нормы, установленной стандартом, то всхожесть и энергию прорастания вычисляют как среднее арифметическое двух определений, т. е. по восьми пробам.

Среднее арифметическое значение числа проросших, не проросших и невсхожих семян вычисляют до 0,1 %. Результат определения всхожести и энергии прорастания округляют до целого числа.

Примеры расчёта лабораторной всхожести семян.

1. При проращивании четырёх проб в каждой пробе проросло 92, 88, 90, 92 семян, что при вычислении процента всхожести соответствует 92, 88, 90, 92 %, а средняя всхожесть – 90,5 %. По таблице 41 для среднего значения всхожести 90 % допускаемое отклонение составляет 6 %. Фактическое отклонение результатов анализа отдельных проб от среднего значения всхожести не превышает допускаемое. На этом анализ завершается.

2. Всхожесть семян отдельных проб составила 89, 93, 75, 92 %, среднее арифметическое значение – 87,2 %. По таблице 41 для среднего значения всхожести находим допускаемое отклонение, равное 7 %. Фактическое отклонение третьей пробы от среднего значения всхожести составляет 12 %, что более допускаемого. Отклонение остальных проб от среднего значения в пределах допускаемого, лабораторную всхожесть рассчитываем по результатам определения трёх проб (первой, второй и четвертой).

3. Всхожесть семян отдельных проб оказалась равной 82, 89, 90, 96 %, а среднее арифметическое значение – 89,2 %. По таблице 41 для

среднего значения всхожести 89 % допускаемое отклонение равно 6 %. Фактические отклонения первой и четвертой проб от среднего значения всхожести выше допускаемого, анализ должен быть повторен.

8.3.4 Определение массы 1000 семян

Для анализа используют семена основной культуры. Отсчитывают без выбора 2 пробы по 500 семян и взвешивают с точностью до 0,01 г. Двойные зерна овса или колоски полбы считаются как одно семя. Фактическое расхождение между двумя взвешиваниями определяют по разнице и сравнивают с допустимым (таблица 42).

Таблица 42 – Допустимые расхождения между массой двух проб при определении массы 1000 семян

| Десятки | Единицы | | | | | | | | | |
|---------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | – | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,12 | 0,14 |
| 1 | 0,15 | 0,16 | 0,18 | 0,20 | 0,21 | 0,22 | 0,24 | 0,26 | 0,27 | 0,28 |
| 2 | 0,30 | 0,32 | 0,33 | 0,34 | 0,36 | 0,38 | 0,39 | 0,40 | 0,42 | 0,44 |
| 3 | 0,45 | 0,46 | 0,48 | 0,50 | 0,51 | 0,52 | 0,54 | 0,56 | 0,57 | 0,58 |
| 4 | 0,60 | 0,62 | 0,63 | 0,64 | 0,66 | 0,68 | 0,69 | 0,70 | 0,72 | 0,74 |
| 5 | 0,75 | 0,76 | 0,78 | 0,79 | 0,81 | 0,82 | 0,84 | 0,85 | 0,87 | 0,88 |
| 6 | 0,90 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,96 | 0,98 | 0,99 | 1,00 | 1,02 | 0,04 |
| 7 | 1,05 | 0,06 | 1,08 | 1,10 | 1,11 | 1,12 | 1,14 | 1,16 | 1,17 | 1,18 |
| 8 | 1,20 | 1,22 | 1,23 | 1,24 | 1,26 | 1,28 | 1,29 | 1,30 | 1,32 | 1,34 |
| 9 | 1,35 | 1,37 | 1,38 | 1,40 | 1,41 | 1,42 | 1,44 | 1,45 | 1,47 | 1,48 |

Чтобы найти искомое допустимое расхождение, нужно вычислить сумму двух проб по 500 семян и округлить до целого числа; в левой графе «десятки» отыскать цифру, соответствующую десяткам этого числа, а верхней строке «единицы» – цифру, соответствующую единицам. На пересечении данной графы и строки будет искомое значение допустимого расхождения. Если расхождение между двумя взвешиваниями лежит в пределах допустимого, складывают результаты взвешиваний. Если расхождение больше допустимого – отсчитывают вновь 500 семян и взвешивают. Те два взвешивания, разница между которыми находится в пределах допустимого, принимаются для расчёта массы 1000 семян. Окончательное значение массы 1000 семян вычисляют с точностью до 0,1 г, если она составляет более 10 г, а при меньшей массе – с точностью до 0,01 г.

Использованная и рекомендуемая литература

1. ГОСТ 12037-81 Семена сельскохозяйственных культур. Методы чистоты и отхода семян. – Дата введения 01.07.1982. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 20 с.

2. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Дата введения 01.07.1986. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 30 с.
3. ГОСТ 12041-82 Семена сельскохозяйственных культур. Метод определения влажности. – Дата введения 01.07.1983. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 6 с.
4. ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. – Дата введения 01.07.1981. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 4 с.

8.4 Пересчёт урожайности на нормируемые показатели

В научных отчётах и публикациях методика подсчёта урожайности зерна предусматривает приведение её к 14 %-ной влажности и 100 %-ной чистоте. Пересчёт урожайности осуществляют по следующей формуле:

$$y = \frac{X \cdot (100 - Z) \cdot (100 - ВФ)}{100 \cdot (100 - ВСт)},$$

где Y – урожайность при стандартной влажности 14 %-ной и 100 %-ной чистоте, т/га;

X – бункерная урожайность, т/га;

Z – засорённость, %;

$ВФ$ – фактическая влажность зерна, %;

$ВСт$ – стандартная влажность (14 %) зерна.

Стандартная влажность 14 % распространяется в целом на группу зерновых культур. Для других групп культур используются другие значения стандартной влажности: картофель и корнеплоды – 80 %, зелёная масса вико-овсяной смеси – 75 %, сено многолетних трав – 16 %.

8.5 Определение биологической урожайности и её структуры

8.5.1 Структура урожайности

Структура урожайности, представляющая собой совокупность двух основных показателей – густоты продуктивного стеблестоя и продуктивности соцветия, является одним из обоснований различий фактической урожайности между исследуемыми вариантами выращиваемой культуры. Для её определения необходимо после появления полных всходов в трёх местах каждой делянки во всех повторениях закрепить учётные площадки, поставив по их углам кольшкы (длиной 15-20 см и толщиной 0,5-1,0 см). В учётную площадку включают, как правило, два смежных рядка.

Площадки закрепляют на всех делянках в её начале, в середине и в конце делянки по диагонали, т. е., например, первая площадка располагается на 3 и 4, вторая – на 6 и 7, третья – на 8 и 9 рядках сплошного посева

(рисунок 19). Следует избегать расположения площадок близко от концевых и боковых защиток.

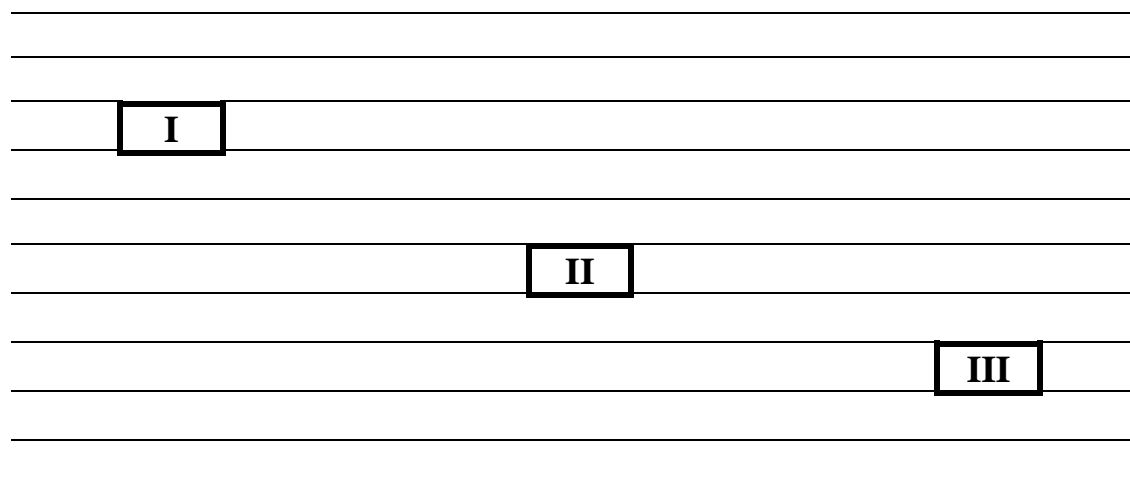


Рисунок 19 – Схема расположения учётных площадок на делянке при 11 рядах посева:

I площадка – 3-4 рядки; II площадка – 6-7 рядки; III площадка – 8-9 рядки

Площадь площадки в зависимости от способа посева может быть различной – 1/12; 1/6; 1/3 м². Для основных зерновых культур, чтобы повысить достоверность данных в условиях объективной неоднородности густоты всходов, мы рекомендуем размер площадки 1/6 м². При четырёхкратной повторности в полевом опыте и наличии трёх площадок на делянке по всем вариантам будет по 12 площадок каждая площадью 1/6 м², что в сумме по варианту составит 12/6 м², или 2 м².

Длину смежных рядков площадки определяют по формуле:

$$D = \frac{10000}{Ч \cdot Р \cdot М'}$$

где D – длина площадки, см;

Ч – часть 1 м² (например, 6 в случае 1/6 м²);

Р – количество рядков;

М – ширина междурядья, см.

Например, при обычном рядовом посеве (междурядье 15 см), взяв два смежных рядка, для 1/6 м² длина площадки будет равна:

$$D = \frac{10000}{6 \cdot 2 \cdot 15} = 55,5 \text{ см.}$$

Первый подсчёт густоты стояния проводят во время полных всходов, когда большинство растений сформировались три листочка. Вести подсчёт

раньше нельзя, т. к. при неблагоприятных условиях период появления всходов бывает растянут и часть всходов может появиться после учёта показателя. Нельзя считать и позже, когда растения имеют 4 листочка и начинается кущение. В этом случае бывает трудно различить формирующийся побег от появляющегося с опозданием растения.

Перед уборкой при наступлении восковой (хозяйственной) спелости для лабораторного анализа отбирают сноповые образцы, выдёргивая растения с корнями с пробных площадок, выделенных для подсчёта густоты стояния растений. При выполнении этой работы необходимо стараться выбрать оптимальные условия, которые обеспечивают отбор растений без отрыва корней, без перелома соломины. Такие условия бывают при умеренно влажной почве и воздуха, что чаще бывает с раннего утра. Отобранные растения с площадки перевязывают и этикетировывают. Для удобства последующего анализа необходимо придерживаться определённой схемы отбора образцов: например, вначале отбирают растения с I, II, III площадок первого повторения, затем аналогично второго и последующих повторений. Полученные снопики со всех площадок одного варианта (например, 12) затем связывают в один общий сноп.

При перемещении отобранных растений по полю и их транспортировке к месту временного хранения необходимо быть предельно аккуратными, не допускать отламывания соцветий и их потерь. Снопы для временного хранения развешивают на заранее подготовленную натянутую и надёжно закреплённую под навесом проволоку, защищённую от дождя, воробьёв, мышей.

После отбора проб со всех площадок опыта сразу, но не позднее двух недель после отбора образцов, проводят их лабораторный анализ. Чтобы правильно учесть растения и стебли, нужно внимательно рассматривать коревую систему, что позволит не перепутать одностебельные растения со стеблем многостебельного растения. Если этому анализу мешает пересохлая почва на корнях отобранных растений, то корневую часть таких образцов рекомендуется на непродолжительное время замочить в воде и аккуратно прополоскать. Растения с учётных площадок в комбайновый учёт урожая с делянки не включают.

Анализ снопового образца и расчёт показателей рекомендуется проводить в следующем порядке. В снопиках с каждой учётной площадки каждого повторения подсчитывают отдельно количество продуктивных и количество непродуктивных растений данной культуры. Продуктивным растением следует считать такое, которое имеет хотя бы один продуктивный стебель, а продуктивным стеблем – имеющим продуктивное соцветие, в котором сформировалось не менее двух нормальных зёрен. Дополнительные стебли в растении могут быть и непродуктивными: *подгон* – дополнительный стебель продуктивного растения с недоразвитым соцветием,

не содержащим или содержащим не успевшие развиться зёрна; *подсед* – дополнительный побег продуктивного растения без сформировавшегося соцветия.

На основании подсчёта густоты всходов, густоты растений и густоты продуктивных стеблей, зная норму высева всхожих семян, можно рассчитать следующие показатели: полевую всхожесть, сохранность всходов к уборке, общую выживаемость, продуктивную кустистость.

Количество фактически высеянных всхожих зёрен рассчитывают по следующей формуле:

$$ЗВ = \frac{НВФ \cdot ПГ}{M_{1000}},$$

где ЗВ – количество фактически высеянных всхожих зёрен, шт./м²;

НВФ – норма высева фактическая (разницу массы семян до посева и после посева делят на фактически засеянную площадь, равную произведению рабочей ширины сеялки на длину фактического посева), кг/га;

ПГ – посевная годность семян (равна уменьшенному в 100 раз произведению чистоты семян на их лабораторную всхожесть), %;

M₁₀₀₀ – масса 1000 семян.

Полевую всхожесть рассчитывают по следующей формуле:

$$ПВ = \frac{В}{ЗВ} 100,$$

где ПВ – полевая всхожесть, %;

В – густота всходов, шт./м²;

ЗВ – количество высеянных всхожих зёрен, шт./м²;

100 – коэффициент.

Общую сохранность растений к уборке рассчитывают по формуле:

$$СО = \frac{РП + РН}{В} 100,$$

где СО – сохранность растений общая, %;

РП – густота продуктивных растений, шт./м²;

РН – густота непродуктивных растений, шт./м²;

В – густота всходов, шт./м²;

100 – коэффициент.

Сохранность продуктивных растений к уборке рассчитывают по следующей формуле:

$$СП = \frac{РП}{В} 100,$$

где СП – сохранность продуктивных растений, %;

РП – густота продуктивных растений, шт./м²;

В – густота всходов, шт./м²;

100 – коэффициент.

Общую выживаемость растений рассчитывают по следующей формуле (методика Савицкого М. С.):

$$ВО = \frac{РП + РН}{ЗВ} 100,$$

где ВО – выживаемость растений общая, %;

РП – густота продуктивных растений, шт./м²;

РН – густота непродуктивных растений, шт./м²;

ЗВ – количество высеянных всхожих зёрен, шт./м²;

100 – коэффициент.

Выживаемость продуктивных растений рассчитывают по следующей формуле (методика Макаровой В. М.):

$$ВП = \frac{РП}{ЗВ} 100,$$

где ВП – выживаемость продуктивных растений, %;

РП – густота продуктивных растений, шт./м²;

ЗВ – количество высеянных всхожих зёрен, шт./м²;

100 – коэффициент.

Кустистость продуктивную рассчитывают по следующей формуле:

$$КП = \frac{СП}{РП}$$

где КП – кустистость продуктивная;

СП – густота продуктивных стеблей, шт./м²;

РП – густота продуктивных растений, шт./м².

После проведённого подсчёта количества растений и стеблей по каждому из отобранных снопов с варианта растения аккуратно подравнивают по расположению корней и обрезают на уровне среза комбайна (10-15 см). Верхнюю часть растений взвешивают с точностью до 1 г. Эти данные в последующем используют для определения соотношения основной (зерно) и побочной (солома) продукции.

Затем приступают к анализу второго важного слагаемого урожайности – продуктивности соцветия. Для этого из снопа с отрезанной корневой частью отбирают без выбора 25 соцветий (для большей достоверности желательно увеличить выборку до 50 соцветий) и проводят следующие подсчёты: средняя длина соцветия, количество продуктивных и непродуктивных колосков в колосе, количество зёрен в соцветии, масса зерна соцветия. Все полученные данные необходимо записывать отдельно по каждому соцветию, что позволит провести статистическую обработку, определив показатели количественной изменчивости (средняя арифметическая, дисперсия, стандартное отклонение, ошибка средней арифметической, относительная ошибка выборочной средней, коэффициент вариации), которые дают возможность оценить существенность разницы выборочных средних.

Длину соцветия измеряют от места прикрепления нижнего колоска до верхушки верхнего, не включая ости.

Подсчитывают *количество продуктивных колосков в соцветии* (колоски, в которых имеется хотя бы одно развитое зерно).

Подсчитывают *количество непродуктивных колосков в соцветии* (колоски, в которых нет ни одного развитого зерна). Чтобы правильно подсчитать количество непродуктивных колосков, необходимо хорошо знать строение колоска, различать колосковые и цветковые чешуйки. Особенно внимательно следует рассматривать многоцветковые колоски пшеницы (рисунок 20), особенно на вершине колоса, и многоцветковые колоски овса, где часто имеются недоразвитые цветки.

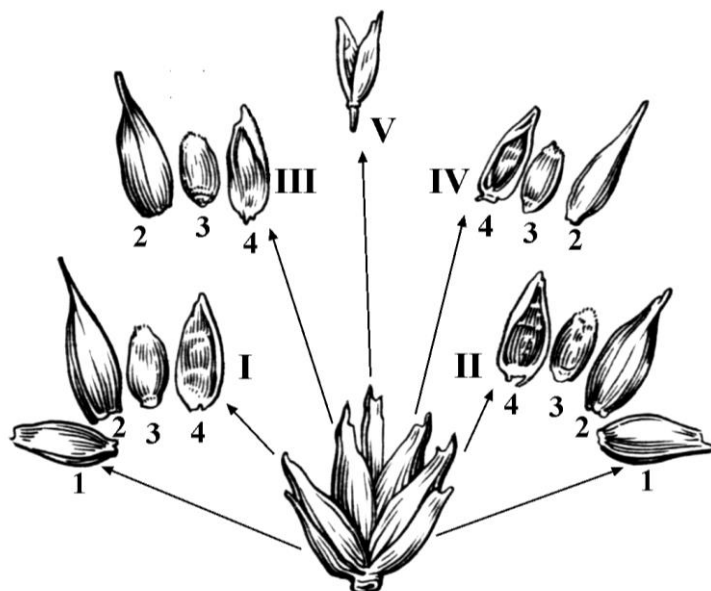


Рисунок 20 – Строение колоска яровой пшеницы:

- I, II, III, IV, V – порядковые номера цветков;
 1 – колосковые чешуйки, 2 – наружные цветковые чешуйки, 3 – зерновки,
 4 – внутренние цветковые чешуйки

После подсчёта количества колосков в соцветии его обмолачивают, подсчитывают количество зёрен.

Массу зерна соцветия (продуктивность соцветия) определяют взвешиванием обмолоченных зёрен соцветия.

После проведённых подсчётов и взвешиваний можно дополнительно рассчитать плотность колоса, долю продуктивных колосков, среднюю озернённость колоска, массу 1000 зёрен.

После проведённого анализа отобранных соцветий, оставшиеся в снопе соцветия обмолачивают, отделяют от мякины (ГОСТ 23153-78) и взвешивают. Полученная масса зерна, к которой добавляют массу зерна анализируемых соцветий, может характеризовать урожайность по пробным площадкам или биологическую урожайность растений рассматриваемого варианта. Однако следует обратить внимание, что урожайность по пробным площадкам представляет лишь выборку делянки и как выборка всегда будет иметь определённую погрешность. Поэтому этот показатель следует рассматривать в дополнение, а не вместо сплошного учёта урожайности, который является более объективным.

8.5.2 Определение биологической урожайности зерна

Биологической называют урожайность, полученную по фактическим слагаемым структуры урожайности. Этот показатель используют для выяснения условий формирования урожайности, их влияния на её слагаемые и для научного обоснования влияния изучаемых технологических приёмов на формирование слагаемых урожайности.

Биологическая урожайность зерновых культур определяется двумя основными показателями – густотой продуктивного стеблестоя и продуктивностью соцветия. Например, при густоте продуктивного стеблестоя 400 шт./м² и продуктивности колоса 0,7 г биологическая урожайность составит 280 г/м², или 2,8 т/га. Каждый из названных показателей определяется, в свою очередь, другими слагаемыми. Например, густота продуктивного стеблестоя зависит от нормы высева всхожих зёрен, полевой всхожести, сохранности всходов до уборки, продуктивной кустистостью. Продуктивность колоса зависит от количества продуктивных колосков, озернённости колоска, озернённости колоса, тяжеловесности зерна (масса 1000 зёрен).

Развёрнутая формула определения биологической урожайности зерновых культур имеет следующий вид:

$$Y_6 = \frac{(PP \cdot KP) \cdot 3 \cdot M}{1000},$$

где $У_6$ – биологическая урожайность зерна, г/м²;
РП – количество продуктивных растений к уборке, шт./м²;
КП – продуктивная кустистость;
З – количество зёрен в соцветии, шт.;
М – масса 1000 зёрен, г;
1000 – коэффициент.

Известны типичные значения слагаемых урожайности для соответствующих культур и сортов. Эти слагаемые формируются на протяжении всего вегетационного периода и каждый из них наибольшее развитие получает в определённый его промежуток. И если в какой-либо период роста и развития растений складываются неблагоприятные условия, то это неминуемо сказывается на соответствующем показателе структуры урожайности, который в этот период формировался.

Использованная и рекомендуемая литература

1. ГОСТ 23153-78 Кормопроизводство. Термины и определения. – Переиздание с изменениями. – Дата введения 01.07.1979. – Москва : Изд-во стандартов, 1995. – 18 с.
2. Макарова В. М. Структура урожайности зерновых культур и её регулирование / В. М. Макарова. – Пермь, 1995. – 144 с.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть / под общей редакцией М. А. Федина. – Москва, 1985. – 270 с.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / под общей редакцией М. А. Федина. – Москва, 1989. – 194 с.
5. Савицкий М. С. Структура урожая зерновых культур / М. С. Савицкий, М. Е. Николаев. – Горки, 1976. – 20 с.

Приложение А

Бланки описания почвенного разреза

форма 1

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-------|-----------------------------|--|------|-----------------------|----------------------|--|-------------------------|---------------------------------|---|--|--|
| Почвенный разрез (полуяма) № ____ | Пункт заложения (привязка): | | | | | | | | | | | | |
| Угодье и его состояние: | | | | | | | | Степень каменности | | | | | |
| | | | | | | | | покрытие, % | | объем камня, м ³ /га | | | |
| Состояние поверхности почвы, проявление эрозии: | | | | | | | | | | | | | |
| Макрорельеф _____ | | | | | | | | Схема расположения разреза по рельефу, экспозиция склона | | | | | |
| Мезорельеф _____ | | | | | | | | | | | | | |
| Крутизна склона до 1°, 1°-2°, 2°-3°, 3°-5°, 5°-7°, 7°-10°, 10°-15°, более 15° (подчеркнуть) | | | | | | | | | | | | | |
| Микрорельеф _____ | | | | | | | | | | | | | |
| Название почвы: полевое _____ | | | | | | | | | | | | | |
| окончательное _____ | | | | | | | | | | | | | |
| Почвообразующая и подстилающая породы: | | | | | | | | Глубина смены пород | | | | | |
| | | | | | | | | до 1 м | | 1-2,5 м | | | |
| Глубина разреза, см | Глубина верхней и нижней границы (см) | | | | | | | | | | Глубина залегания и минерализация грунтовых вод | | |
| | вскипание | | скопление CaCO ₃ | | гипс | легкорастворимые соли | железистые выделения | пятна оглеения | глеевый горизонт | | | | |
| слабо | сильно | форма | см | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Производственная характеристика и рекомендуемое использование (с указанием категории пригодности и класса земель контура): | | | | | | | | | Дата и подпись почвовед | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

| Морфологическое строение и описание почвенного профиля | | | | | | | | | |
|--|--|-----------|------|---------------------------|-----------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Мазки (схематическая зарисовка профиля) | Генетические горизонты глубины залегания, см | Влажность | Цвет | Гранулометрический состав | Структура | Сложение и плотность | Новообразования и включения | Характер перехода в нижний горизонт | Глубина взятия образцов, см |
| | | | | | | | | | |
| Описание прокопок и межпунктное описание: | | | | | | | | | |

Приложение Б

Индексы и описание основных генетических горизонтов почв

О – органогенные горизонты, содержащие не менее 70 % (по объёму) органического вещества различной степени разложения (минеральные частицы присутствуют преимущественно в виде механической примеси); находятся как на поверхности минеральной почвенной толщи, так и в любой его части (погребённые), а также могут образовывать почвенный профиль полностью (например, торфяные почвы). Среди них выделяются:

О₁ – торфяные (органогенные) горизонты, образованные в основном из неразложившихся или слабо разложившихся растительных остатков, которые почти полностью сохранили главные черты своей исходной формы;

О₂ – торфяные (органогенные) горизонты, состоящие в основном из среднеразложившихся растительных остатков, частично сохранивших свою первоначальную форму (в виде обрывков растительных тканей);

О₃ – торфяные (органогенные) горизонты, органическая масса которых представлена полностью утратившими исходную форму растительными остатками (в смеси с гумусом и минеральными компонентами иногда называют перегнойным горизонтом);

А₀ – верхние органо-минеральные горизонты (лесная подстилка и др.), содержащие значительное количество (от 30 до 70 % по объёму) органической массы различной степени разложения, которая находится преимущественно в механической смеси с минеральной частью и легко от неё отделяется;

А₁ – гумусово-аккумулятивные (гумусово-элювиальные) горизонты; верхние минеральные горизонты, наиболее тёмноокрашенные в профиле; содержат хорошо гумифицированный органический материал, образованный на месте и находящийся в тесной связи с минеральной частью почвы. Цвет этого горизонта варьирует от чёрного, бурого, коричневого до светло-серого, что обусловлено составом и количеством гумуса. Мощность гумусового горизонта колеблется от нескольких сантиметров (почвы подзолистого типа) до 1,5 м и более (чернозём типичный).

А₂ – элювиальные (подзолистые или осолоделые) наиболее осветлённые и обесцвеченные в профиле минеральные горизонты, лежащие под горизонтами **О**, **А₀** и **А₁**; не имеют морфологических признаков оглеения, характерных для глеевых горизонтов **Г**. Это слоеватые или бесструктурные рыхлые горизонты, обеднённые гумусом и другими соединениями, но относительно обогащённые остаточным кремнезёмом.

В – иллювиальные или переходные (минеральные горизонты, лежащие под горизонтами **А₀**, **А₁**, **А₂**, а в случае их отсутствия под горизонтами **О**) и характеризующиеся любым изменением цвета и структуры по сравнению с **А**, отличающиеся от горизонтов **Г** и **С**. Это обычно бурые, охристо-бурые, красновато-бурые, уплотнённые и утяжелённые, хорошо оструктуренные горизон-

ты, характеризующиеся накоплением глины, окислов железа, алюминия и других коллоидных веществ за счёт вымывания их из вышележащих горизонтов. В некоторых случаях горизонт **В** может подразделяться на подгоризонты по ослаблению видимых признаков почвообразовательных процессов.

G – минеральные глеевые горизонты, имеющие на большей части площади свежего среза (не менее 70 % площади) ярко-голубые, сизые, зелёные, ржавые тона окраски, однородные или чередующиеся, ржавые и охристые пятна. Обычно это горизонты постоянного избыточного увлажнения, которое вызывает восстановительные процессы и придаёт почве характерный цвет, слитость, вязкость и т. д. Эти горизонты могут подразделяться на следующие:

G₁ – глеевые горизонты, окрашенные в яркие голубые и синие тона, однородные и чередующиеся;

G₂ – глеевые горизонты, пёстроокрашенные, а также окрашенные в голубоватые, сизые и ржавые тона;

G₃ – минеральные горизонты, имеющие оливковые, зелёные, серовато-зеленоватые тона окраски;

C – материнская (почвообразующая) горная порода, из которой сформировалась данная почва, существенно не изменённая специфическими процессами почвообразования (аккумуляцией гумуса, элювированием и т. д.).

D – подстилаящая горная порода, залегающая ниже материнской (почвообразующей) и отличающаяся от неё по своим свойствам (главным образом по литологии).

S – сильно сцементированные горизонты, способные служить водоупором, которые образовались в результате концентрации различных химических соединений (окислов железа, кремнезёма, карбонатов Ca и Mg, солей и др.).

K – хрупкие ячеистые корочки мощностью не более 5 см, образующиеся на поверхности почвенного профиля.

Любой из выделенных основных горизонтов может подразделяться на подгоризонты по количественному изменению основного признака горизонта.

Переходные горизонты, в которых признаки верхнего и нижнего горизонтов сменяются постепенно, обозначаются двойными индексами соответствующих выше- и нижележащих горизонтов. Первым ставят индекс горизонта, признаки которого преобладают в переходном горизонте (**A₂B**, **BC** и т. д.).

Переходные горизонты, в которых признаки рядом лежащих горизонтов вклиниваются один в другой, обозначаются их индексами, разделёнными наклонной линией (**A₂/B**, **B/C** и т. д.).

Мёрзлые, водоупорные, цементированные льдом почвенные горизонты (льдистая мерзлота) обозначаются индексом основного горизонта со специальным знаком "м" перед ним (**мBC**).

Горизонты с отрицательной температурой (в момент описания), но не являющиеся водоупорными (сухая мерзлота), обозначаются индексом "с", поставленным перед основным индексом горизонта (**сBC**).

Различные характеристики основных горизонтов, такие как наличие солей, карбонатов, морфологически выраженной солонцеватости и т. д., обозначаются малыми индексами. Они ставятся справа после основного индекса и также обозначаются латинскими, но строчными буквами.

Малые индексы обозначают следующие свойства (характеристики) генетических горизонтов почвенного профиля (в скобках даны примеры использования малых индексов):

ca (A_{ca} , B_{ca} , C_{ca}) – наличие карбонатов кальция и магния;

рса ($A_{рса}$, $B_{рса}$) – наличие щебня карбонатных пород;

cs (B_{cs}) – визуально различимые выделения гипса;

s (B_s) – визуально различимые выделения легкорастворимых солей;

sl (B_{sl}) – солонцовые и солонцеватые горизонты, находящиеся под горизонтом А или в его нижней части, более тяжёлого механического состава и более тёмноокрашенные, чем выше- и нижележащие; столбчатой, призматической или глыбистой структуры с гляцевитыми гумусо-глинистыми плёнками по граням отдельностей;

m (B_m) – минеральные горизонты, основные морфологические признаки которых сформировались в результате изменения исходной породы на месте (метаморфические);

n (B_n) – наличие твёрдых конкреций (любого состава), которые можно выделить из почвенной массы;

a (A_{1a} , A_{2a}) – горизонты, существенно изменённые деятельностью человека (пахотные, культурно-ирригационные, окультуренные в результате удобрения навозом, торфом и т. д.);

g (A_{2g} , B_g) – наличие морфологических признаков оглеения, недостаточных для отнесения горизонтов к G_1 , G_2 , G_3 ;

h (B_h) – иллювиально-гумусовые горизонты темно-коричневых и бурокрасно-коричневых тонов;

f (B_f) – иллювиально-железистые горизонты ярко-жёлтых, красных и буро-жёлтых тонов;

t (B_t) – горизонты более тяжёлого гранулометрического состава, чем вышележащие, с ясными визуальными признаками привноса тонкодисперсного материала в виде плёнок по трещинам, порам, граням структурных отдельностей;

p (B_{Cp}) – наличие камней размером > 1 см (щебень, гравий, глыбы, валуны и т. п.) в количестве $> 10\%$ по объёму;

z (A_z , O_z) – наличие обильных следов жизнедеятельности почвенной фауны (копролиты червей, червороины, кротовины, сурчины и т. д.);

v (A_v , O_{2v}) – горизонты, состоящие (на 50% и более) из живых частей растений (степной войлок, дерновинные горизонты, очёсы мхов и др.);

su (B_{Csu}) – минеральные черные и темно-серые горизонты, имеющие запах сероводорода и содержащие сульфиды железа;

d (**BC_d**) – признаки динамических явлений перемещения почвенной массы;

ve (**A_{ve}**, **B_{ve}**) – признаки слитости;

При наличии нескольких малых дополнительных индексов при основном индексе горизонта их пишут через запятую (**B_{m,f,g}**).

Последовательное сверху вниз обозначение генетических горизонтов почвенного профиля приведёнными индексами даёт формулу строения профиля. При записи строения профиля индексы горизонтов разделяются знаком тире: **O-A₂-A₂/B-B-BC-C**.

Если в некоторых случаях горизонт может сменяться другим, то рядом с индексом основного горизонта в круглых скобках пишется индекс замещающего горизонта: **O-A₁-A₂(A₁A₂)-B-BC-C**.

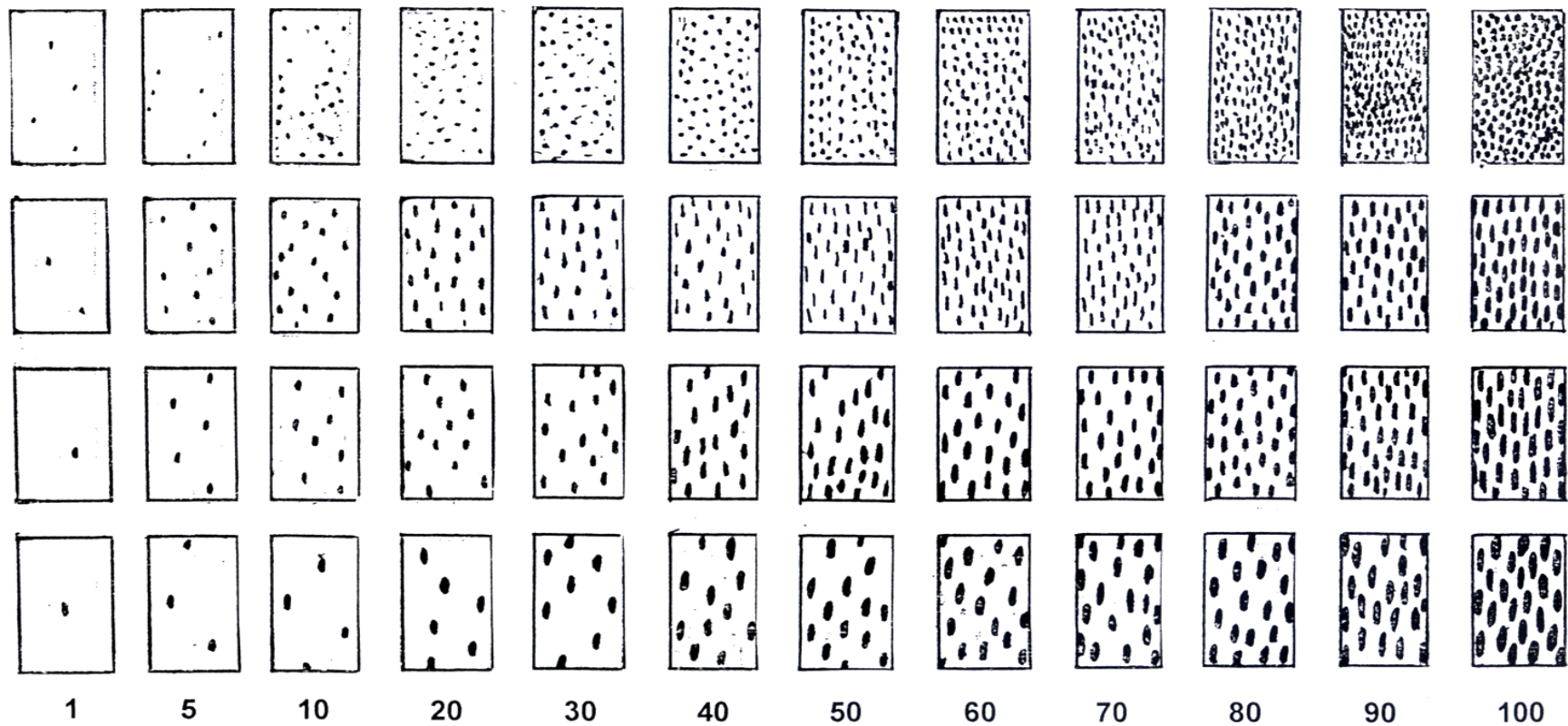
Для обозначения горизонта, наличие которого в профиле необязательно, индекс его заключается в круглые скобки: **O-A₁-A₂(A₂/B)-B-BC-C**.

Горизонты, совмещающие в себе свойства выше и ниже расположенных, обозначают двойными символами, например, **A₁A₂**, **A₂B** и т. п.

Если морфологически различается слоистое (дву- или многочленное) строение исходной породы (когда мощность слоёв породы соразмерна с мощностью почвенных горизонтов), то вводят обозначение слоёв римскими цифрами (II, III и т. д.). Нумерация слоёв начинается с римской цифры II, при этом имеется в виду, что вышележащий слой обозначен цифрой I, которая опускается при индексировании горизонтов (**A₁-B₁-IIВ₂-IIВС**).

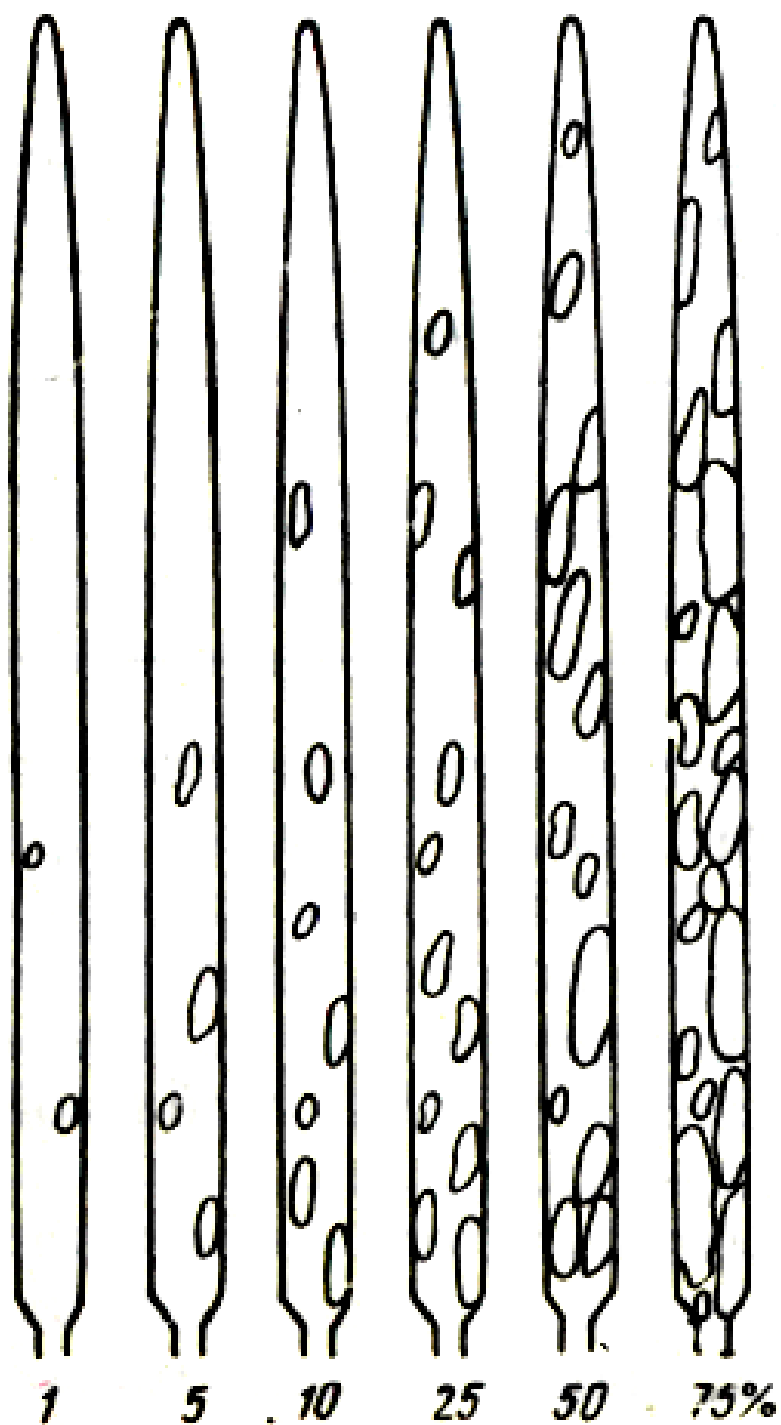
Приложение В

Шкала для определения степени поражённости растений бурой и стеблевой ржавчинами, %



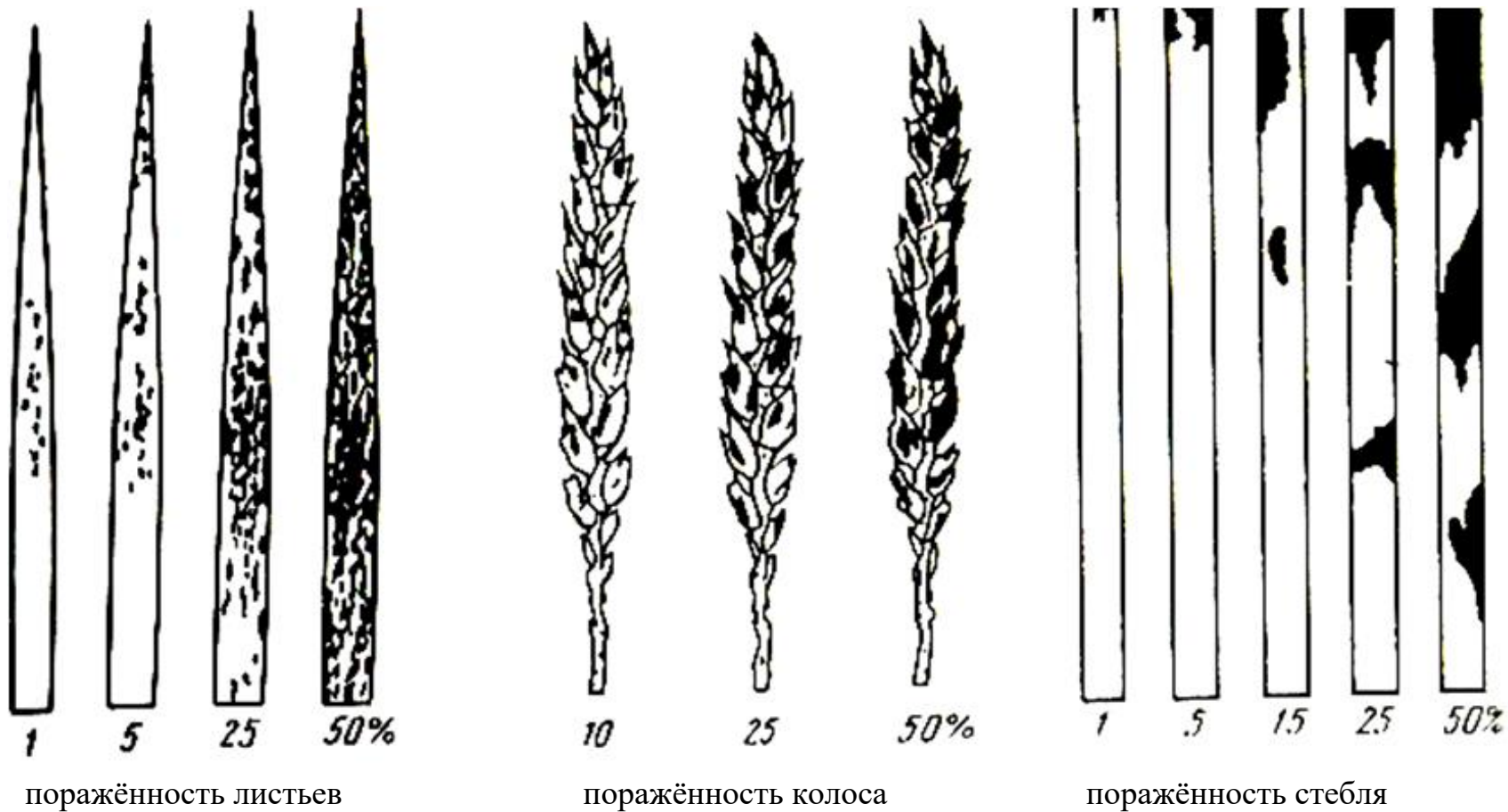
Приложение Г

Шкала для оценки степени поражённости листьев злаковых культур
мучнистой росой, %



Приложение Д

Шкала для оценки поражённости посевов пшеницы септориозом, %



Учебное издание

Методики агрономических исследований

Учебно-методическое пособие

Составители:

**Ленточкин Александр Михайлович,
Иванова Татьяна Евгеньевна,
Дмитриев Алексей Валентинович,
Макаров Вячеслав Иванович,
Башков Александр Степанович,
Ленточкина Людмила Александровна,
Васильева Ольга Петровна,
Колесникова Вера Геннадьевна,
Бабайцева Татьяна Андреевна,
Тутова Татьяна Николаевна,
Соколова Елена Владимировна,
Киреева Татьяна Борисовна,
Вафина Эльмира Фатхулловна,
Шмакова Надежда Васильевна,
Коробейникова Ольга Валентиновна**

Редактор А. Н. Зеленина

Подписано в печать 28 ноября 2017 г.
Формат 60 × 84/16. Гарнитура New Times Roman.
Усл. печ. л. 10,0. Уч.-изд. л. 10,0. Тираж 30 экз. Заказ №7413
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11