

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,  
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

# НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕМИНАР

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
по образованию в области сельского хозяйства  
в качестве учебно-методического пособия  
для студентов учреждений, обеспечивающих получение  
углубленного высшего образования  
по специальности 7-06 0811-02 Агрономия*

Горки  
БГСХА  
2025

УДК 001.89(075.8)

ББК 72я73

П60

*Одобрено методической комиссией  
агротехнологического факультета 25.04.2025 (протокол № 8)  
и Научно-методическим советом БГСХА  
\_\_\_\_\_ (протокол № \_\_\_\_\_)*

**Авторы:**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *О. А. Порхунцова*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. А. Дуктова*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Г. И. Витко*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. С. Мастеров*;  
кандидат сельскохозяйственных наук *С. С. Мосур*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Т. В. Никонович*;  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор *Т. Ф. Персикова*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. Л. Почтовая*;  
кандидат сельскохозяйственных наук *М. Л. Радкевич*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. А. Рылко*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. Г. Тарануха*;  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор *Б. В. Шелюто*

**Рецензенты:**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. А. Таранов*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. В. Шостак*

**Научно-исследовательский семинар** : учебно-методическое  
П60 пособие / *О. А. Порхунцова* [и др.]; под общей редакцией  
*О. А. Порхунцовой*. – Горки : БГСХА, 2025. – 267 с.

Учебно-методическое пособие раскрывает методики наблюдений и оценок, которые необходимо соблюдать при проведении исследований в области агрономии.

Для студентов учреждений, обеспечивающих получение углубленного высшего образования по специальности 7-06-0811-02 Агрономия.

УДК 001.89(075.8)

ББК 72я73

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2025

## ВВЕДЕНИЕ

Научно-исследовательский семинар по специальности Агрономия необходим при подготовке специалистов углубленного высшего образования. Он направлен на формирование целостного представления современного уровня научных знаний по приоритетным направлениям в области производства и переработки продукции растениеводства; выработки навыков самостоятельного сбора, обработки, анализа и систематизации научной информации, теоретическими и практическими навыками и методиками постановки и оценки результатов научного эксперимента.

В учебно-методическом пособии «Научно-исследовательский семинар» представлены современные методики научного эксперимента в области агрономии, которые подобраны в зависимости от специфичности научных исследований. Пособие раскрывает методические особенности постановки, проведения полевых и лабораторных опытов, строгое соблюдение которых в полной мере подтвердит достоверность полученного результата.

Представлены основные методики учетов и наблюдений, широко применяемых при выполнении исследований в области земледелия, растениеводства, защиты растений, плодоводства, кормопроизводства, овощеводства и других направлений агрономического профиля, распространенные методики учета продуктивности возделываемых сельскохозяйственных культур. В пособии представлены разделы, которые раскрывают особенности методических подходов оценки предпосевных мероприятий: оценка качества семенного материала и почвенных условий.

Разделы по методикам оценки физиологических параметров формирования продукционного процесса и оценки фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур и их семенного материала раскрывают методические подходы, применяемые при оценке растений в процессе активной вегетации. При постановке эксперимента в агрономии важным параметром результативности является продуктивность растений, особенности оценки которой представлены в разделе по методикам оценки биологической урожайности сельскохозяйственных растений.

В современном растениеводстве актуальным и приоритетным направлением является включение биотехнологических подходов в

производство растениеводческой продукции. В отдельном разделе представлены методики научных исследований, используемые в биотехнологии сельскохозяйственных культур.

Научно-исследовательский семинар способствует более углубленному восприятию процессов производства и переработки продукции растениеводства, умению выделять приоритетные направления в области агрономии при владении методикой поиска и выполнения научного эксперимента, его патентования и популяризации.

Учебно-методическое пособие насыщено таблицами, рисунками и приложениями, включает также список рекомендуемой литературы. Структура пособия и его содержание направлены на повышение эффективности самостоятельной работы магистрантов, в полной мере отвечает цели и задачам учебной дисциплины «Научно-исследовательский семинар».

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основной

1. Агрохимия : учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.] ; под редакцией И. Р. Вильдфлуша. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – 600 с.
2. Витко, Г. И. Семеноводство с основами селекции: учебно-методическое пособие / Г. И. Витко. – Горки: БГСХА, 2025. – 147 с.
3. Интегрированные системы защиты растений. Курс лекций: учебно-методическое пособие / Ю.А. Миренков [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – 197 с.
4. Мастеров, А.С. Земледелие. Практикум / А.С. Мастеров [и др.]. – Минск: «ИВЦ Минфина», 2019. – 300 с.
5. Почвоведение. учеб. пособие / О.В. Мурзова, Т.Ф. Персикова, Е.Ф. Валейша [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2024. – 448 с.
6. Растениеводство. Практикум: учебно-методическое пособие / В. Г. Тарануха [и др.]. – Горки: БГСХА, 2023. – 373 с.
7. Шелюто, Б. В. Совершенствование технологических процессов в кормопроизводстве. Практикум : учебно-методическое пособие / Б. В. Шелюто. – Горки: БГСХА, 2024. – 131 с.

### Дополнительный

8. Агрохимия и система применения удобрений : учебно-методическое пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Горки : БГСХА, 2023. – 328 с.
9. Агрохимия : учебник / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И.Р. Вильдфлуша. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
10. Биотехнология: учебно-методическое пособие / Т. В. Никонович [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021, – 58 с.

11. Грищенко, И.Ю. Фитосанитарный контроль в защите растений: методические указания / И.Ю. Грищенко, В.Р. Кажарский, А.В. Папсуев. – Горки: УО БГСХА, 2022. – 64 с.
12. Гусев, С.А. Проведение исследований по хранению картофеля: методические указания / С.А. Гусев, С.Ф. Полищук; под ред. П.Ф. Сокола. – М., 1988. – 20 с.
13. Джаксыбаева, Г. Г. Культура тканей и биотехнология растений : учебное пособие / Г. Г. Джаксыбаева, А. К. Султумбаева. - Павлодар :Кереку, 2015. - 99 с.
14. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б.А. Доспехов – 5-е изд., доп. и переработанное. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
15. Дудук, А.А. Научные исследования в агрономии: учебное пособие / А.А. Дудук, П.И. Мозоль . – Гродно: ГГАУ, 2009. – 336 с.
16. Дуктова, Н.А. Частная физиология сельскохозяйственных растений: методические указания / Н.А. Дуктова, А.И. Мыхлык, М.М. Зайцева. – Горки: БГСХА, 2021. – 96 с.
17. Земледелие : учеб. пособие / А. С. Мастеров [и др.] ; под ред. А. С. Мастерова. – Минск : РИВШ, 2024. – 372 с.
18. Интегрированные системы защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / С.В. Сорока [и др.]; РУП «Науч.- исслед. ин-т защиты растений НАН Беларуси». – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2012. – 176 с.
19. Интегрированные системы защиты озимого и ярового рапса от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / С.В. Сорока [и др.]; РУП «Ин-т защиты растений». – Минск: Колорград, 2016 – 124 с.
20. Интегрированные системы защиты овощных культур и картофеля от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / С.В. Сорока [и др.]. – Минск: Колорград, 2017. – 235 с.
21. Кулуев, Б.Р. Основы биотехнологии растений: учебное пособие / Б.Р. Кулуев [и др.], по ред. Р.Г. Фархутдинова – Уфа: РИЦ БашГУ, 2017. - 244 с
22. Леонович, И.С. Бонитировка - оцениваем качество сада / И.С. Леонович, Н.Г. Капичникова // Наше сельское хозяйство, 2020. – № 5. С. 2–6.
23. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. – Москва: ФГУП Россельхозакадемия, Москва. – 2011. – 649 с.
24. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев [и др.]. – Минск, 2003. – 70 с.
25. Методика полевых опытов с кормовыми культурами / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М., 1971. – 158 с.
26. Методика полевых опытов на сенокосах и пастбищах / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М., 1970. – Ч. 1. – 314 с.
27. Моисеев, В.П. Физиология и биохимия растений. Практикум: учебно-методическое пособие / В.П. Моисеев, Н.А. Дуктова, А.И. Мыхлык. – Горки: БГСХА, 2023. – 189 с.
28. 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.
29. Никонovich, Т. В. Биотехнология. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т. В. Никонovich [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022, – 174 с.
30. Основы агрономии / Н.Н. Третьяков, Б.А. [и др.]; под ред. Н. Н. Третьякова. – Москва, 1998. – 356 с.

31. Паушева, З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 271 с.
32. Пересыпкин, В.Ф. Практикум по методике опытного дела в защите растений: учебное пособие / В.Ф. Пересыпкин, С.Н. Коваленко. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 175 с.
33. Пискунов, А.С. Методы агрохимических исследований: учебное пособие / А.С. Пискунов. – М.: КолосС, 2004. – 312 с.
34. Почвоведение. Гранулометрический состав почв и пород : методические указания / С. Д. Курганская [и др.]. – Горки : БГСХА, 2019. – 22 с.
35. Почвоведение. Качественная оценка (бонитировка) почв : методические указания / Т.Ф. Персикова [и др.]. – Горки : БГСХА, 2021. – 42 с.
36. Почвоведение. Лабораторный практикум: в 2 ч. Ч. 1 : учебно-методическое пособие / Е.Ф. Вaleyша [и др.]. – Горки, БГСХА, 2024. – 110 с.
37. Практикум по анатомии растений: учебное пособие; под ред. Д.А. Транковского. – М.: Высш.школа, 1976. – 224 с.
38. Придорогин, М.В. Бонитировка плодовых насаждений с учетом структуры, систем и экологии садового ландшафта / М.В. Придорогин // Вестник Мичуринского госагроуниверситета. – Мичуринск, 2010. – № 1. – С. 22–28.
39. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Е. Н. Седов, Т. П. Огольцова. – Орел: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 1999. – 608 с.
40. Равков, Е. В. Семенной контроль : лабораторный практикум / Е. В. Равков, Н. Г. Тарануха, В. И. Бушуева. – Горки : БГСХА, 2013. – 99 с.
41. Растениеводство. Полевая практика: учебное пособие / Д. И. Мельничук, Л. К. Тупикова, М. Н. Старовойтов [и др.]; под ред. Д. И. Мельничука. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 296 с.
42. Рылко, В.А. Технология хранения, переработки и стандартизация продукции растениеводства. Лабораторный практикум: учеб. пособ./ В.А. Рылко.– Минск: РИВШ, 2024.– 194 с.
43. Сорока, С.В. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / С. В. Сорока [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 462 с.
44. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки : БГСХА, 2017. – 383 с
45. Шпаар, Д. Посевной и посадочный материал сельскохозяйственных культур / Д. Шпаар, С. Банадисев, С. Гриб [и др. ]; под общ. ред. Д. Шпаара. – Берлин, 2001. – 312 с.
46. Петербургский, А.В. Практикум по агрохимической химии: изд. 6-е переработ. и доп. / А.В. Петербургский. – М.: Колос, 1968. – 496 с.
47. Тарануха, Г. И. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур : учебник / Г. И. Тарануха. – Минск : ИВЦ Минфина, 2009. – 420 с.
48. Тимофеева, О.А. Клональное микроразмножение растений: учебно-методическое пособие / О.А. Тимофеева, Ю.Ю. Невмержицкая. – Казань: Казанский университет, 2012. – 56 с.
49. Томмэ, М.Ф. Корма СССР. Состав и питательность / М.Ф. Томмэ [Таблица, 4-е изд.]. – М.: Колос, 1964. – 448 с.

# Глава 1. МЕТОДИКИ ЛАБОРАТОРНОГО АНАЛИЗ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА

## 1.1. Методика отбор проб семян для анализа

Лабораторному анализу подвергаются семена средних образцов, отобранных отдельно от каждой партии или контрольной единицы.

**Партия семян** – определенное количество однородных семян (одной культуры, сорта, репродукции, категории, года урожая, одного происхождения), занумерованное и удостоверенное соответствующими документами.

**Контрольная единица** – максимальное количество семян отдельной партии, для определения качества которых отбирают один средний образец.

**Выемка** – небольшое количество семян, отбираемое от партии или ее части (контрольной единицы) за один прием для составления исходной пробы.

**Исходная проба** – совокупность всех выемок.

**Средняя проба** – часть семян исходной пробы, выделенная для лабораторного анализа.

**Навеска** – часть семян средней пробы, выделенная из него для определения отдельных показателей качества семян.

Среднюю пробу от партии семян или контрольной единицы, подлежащей анализу, формируют из выемок. В зависимости от способа хранения и транспортировки семян выемки берут различными шупами или механическими пробоотборниками в следующих количествах:

1) от семян, хранящихся в мешках:

- от партии семян до 5 мешков пробы берут от каждого мешка;
- от 6 до 30 мешков пробы берут от каждого третьего, но не менее чем от 5 мешков;
- от 31 до 400 мешков пробы отбирают из каждого пятого, но не менее чем от 10 мешков;
- от 401 и более мешков для пробы берут каждый седьмой, но не менее 80 мешков.

Из каждого, выделенного для анализа мешка, отбирают одну точечную пробу, но при этом места отбора чередуют: сверху, в середине и внизу мешка,

Отбор осуществляется при помощи мешочных шупов для крупносемянных или мелкосемянных культур.

2) от семян, хранящихся насыпью в закромах или транспортируемых на автомашинах, прицепах, железнодорожных вагонах, выемки отбирают конусным, цилиндрическим шупом или механическим пробоотборником.

Пробы берут из разных мест партии или контрольной единицы семян по следующим схемам (рис. 1).

| до 250 ц |   |   | свыше 250 ц |   |   |   |   |   |
|----------|---|---|-------------|---|---|---|---|---|
| х        |   | х | х           | х | х | х | х | х |
|          | х |   | х           |   | х |   | х |   |
| х        |   | х | х           | х | х | х | х | х |

Рис. 1. Порядок отбора проб от партии семян

Выемки отбирают в пяти местах насыпи, если масса партии 250 ц и менее и в одиннадцати местах, если масса партии более 250 ц. В каждом из указанных на схемах мест насыпи отбирают по три выемки – в верхнем слое (10–20 см от поверхности), в среднем и нижнем (у пола). Таким образом, в зависимости от объема партии получается 15 или 33 выемки, которые составляют исходную пробу.

Затем отбирают две средние пробы.

Первая средняя проба используется для определения: чистоты и отхода; всхожести; жизнеспособности; подлинности; массы 1000 семян; зараженности семян болезнями.

Семена данной пробы помещают в мешочек из плотной ткани и вкладывают внутрь этикетку. Весовые параметры первой средней пробы изменяются в зависимости от культуры (табл. 1).

Вторая проба используется для определения: влажности; заселенности амбарными вредителями.

Семена также сопровождают этикеткой внутри мешочка.

Средние пробы отбирают из исходного образца методом крестообразного деления, для чего семена высыпают на ровную поверхность, тщательно перемешивают, придают им форму квадрата с толщиной слоя до 1,5 см для мелкосемянных и до 5 см для крупносемянных культур, а затем с помощью планок или линеек делят квадрат по диагонали на четыре треугольника (рис. 2).

**Таблица 1. Масса контрольной единицы и средней пробы**

| Культура                           | Масса партии (контрольная единица), ц не более | Масса средней пробы, кг |
|------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|
| Пшеница, рожь, ячмень, овес, горох | 600                                            | 1,0                     |
| Люпин                              | 250                                            | 1,0                     |
| Гречиха                            | 200                                            | 0,5                     |
| Лен                                | 100                                            | 0,5                     |
| Рапс                               | 100                                            | 0,1                     |

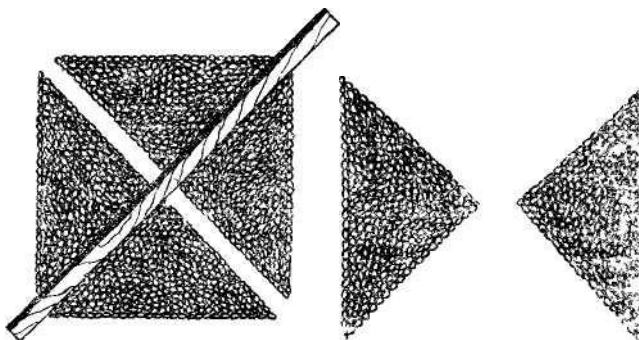


**Рис. 2. Схема отбора средней пробы методом крестообразного деления**

Из двух противоположных треугольников семена объединяют для составления первой средней пробы, а из двух других – для выделения второй пробы. Семена, выделенные для составления первой средней пробы, вновь тщательно перемешивают, разравнивают в виде квадрата, делят на четыре треугольника и удаляют два противоположных треугольника. Такое деление продолжают до тех пор, пока в двух противоположных треугольниках не останется необходимое количество семян для первой средней пробы. Вторая средняя проба составляется таким же образом из семян, выделенных для этой цели при первоначальном делении исходной пробы.

Отобранные и упакованные средние пробы в двухдневный срок отправляют в ГУ «Государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений». Образцы сопровождаются этикетками и актами отбора средних проб.

## 1.2. Определение жизнеспособности семян

Под **жизнеспособностью** понимается количество всех живых семян (всхожих и находящихся в состоянии покоя), выраженное в процентах.

Определение этого показателя применяют для получения быстрой информации о качестве семян, когда свежесобранные семена озимых и других культур находятся в состоянии покоя или требуют длительного срока проращивания, а также при оценке набухших, но непроросших семян после установленного срока проращивания.

Для определения жизнеспособности семян сельскохозяйственных культур применяют следующие методы.

*Тетразольно-топографический метод* основан на способности дегидрогеназ живых клеток зародыша восстанавливать бесцветный раствор хлористого тетразола в фармазан. В результате зародыш таких семян приобретает красный (малиновый) цвет, а зародыши мертвых семян остаются неокрашенными.

Метод с *окрашиванием семян индигокармином, кислым фуксином или другими анилиновыми красителями*, наоборот, основан на том, что живая плазма клеток зародыша непроницаема для этих растворов, тогда как мертвая легко их пропускает и окрашивается при этом.

*Метод набухания семян* используют для определения жизнеспособности семян клевера, люцерны, галеги восточной и других бобовых культур.

*Люминисцентный метод* основан на различном свечении жизнеспособных семян в ультрафиолетовом свете.

Для определения жизнеспособности **методами с применением красителей** из семян основной культуры, выделенных при определении чистоты, отбирают две пробы по 100 семян. Отобранные семена замачивают в воде в течение 15–18 ч (на ночь) при температуре 20 °С, а свежесобранные семена – в течение такого же времени при температуре 10–15 °С. Семена сои замачивают на 2–5 ч, льна – на 2 ч при температуре 30 °С. Допускается предварительно не замачивать семена, которые легко разрезаются, а также изменять срок замачивания.

После замачивания семена разрезают вдоль на две половинки:

- зерновые – вдоль зародыша по семенной бороздке;
- зернобобовые, овощные, технические – на две семядоли вдоль корешка.

Одну сотню половинок семян аннулируют, другую, подготовленную для анализа, промывают несколько раз водой, чтобы удалить остатки разрушенных тканей с поверхности среза. Промытые половинки семян заливают раствором красителя и выдерживают в течение следующего времени: в растворе *тетразола*: зерновые – 1 ч 30 мин; зернобобовые – 3–4 ч;

в растворе *индигокармина* или *кислого фуксина*: зерновые – 10–15 мин; зернобобовые – 2–3 ч.

После окрашивания раствор сливают, половинки семян несколько раз промывают водой до исчезновения краски в промывной воде, раскладывают на пластинке или фильтровальной бумаге и просматривают с помощью лупы, бинокля или невооруженным глазом, поддерживая их во влажном состоянии на протяжении всего исследования. Каждое семя оценивается как жизнеспособное или нежизнеспособное по окрашиванию зародыша, в зависимости от применяемого раствора. Количество жизнеспособных семян подсчитывают и выражают в процентах к общему количеству семян в пробе.

Для определения жизнеспособности семян клевера и люцерны пользуются *методом набухания семян*, который основан на разной скорости набухания живых и мертвых семян бобовых трав. При использовании этого метода также отсчитывают две пробы по 100 семян, которые помещают в чашки Петри на фильтровальную бумагу, смоченную до полной влагоемкости 0,5%-ным раствором щелочи (КОН или NaOH), накрывают крышками и оставляют на 45 мин при температуре 20 °С. По истечении указанного срока семена просматривают. Нежизнеспособные семена при этом набухают и при нажиме пинцетом легко раздавливаются, а жизнеспособные остаются ненабухшими.

Жизнеспособность семян вычисляется как среднее арифметическое результатов двух проб (табл. 2).

**Таблица 2. Результаты определения жизнеспособности семян**

| Культура | Метод | Жизнеспособность семян, % |           |         |
|----------|-------|---------------------------|-----------|---------|
|          |       | 1-я проба                 | 2-я проба | среднее |
|          |       |                           |           |         |

Отклонения данных проращиваний по отдельным пробам не должны превышать установленных величин (прил. 1).

## 1.2. Определение энергии прорастания и лабораторной всхожести семян

**Энергия (дружность) прорастания** семян является важным показателем их урожайных свойств. Семена, выращенные в благоприятных условиях и прошедшие послеуборочную подработку при оптимальных режимах, дружно наклевываются, дают равномерные всходы, что существенно сказывается на повышении урожайности посевов.

Сроки определения энергии прорастания, как и всхожести, каждой культуры обусловлены их биологическими особенностями. Срок учета энергии прорастания семян определяется минимальным количеством дней, в течение которого прорастает максимум семян данной культуры. Сроки учета энергии прорастания по культурам приведены в приложении 2. Энергия прорастания семян определяется одновременно с определением всхожести семян.

Число проросших семян в первую половину срока определения лабораторной всхожести будут характеризовать их энергию.

Энергия прорастания семян вычисляется как среднее арифметическое результатов четырех проб (табл. 3).

Таблица 3. Результаты определения энергии прорастания

| Культура | Лабораторная всхожесть, % |           |           |           |         |
|----------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
|          | 1-я проба                 | 2-я проба | 3-я проба | 4-я проба | среднее |
|          |                           |           |           |           |         |

**Лабораторная всхожесть** – это количество семян основной культуры анализируемого образца, способных образовывать нормально развитые проростки за определенный срок, предусмотренный для каждой культуры. Она выражается в процентах отношением нормально проросших семян к общему их количеству при анализе. Данный показатель является одним из важнейших при определении посевных качеств семян и характеризует их биологическую и хозяйственную ценность.

Для определения лабораторной всхожести используют семена основной культуры, выделенные из навесок при определении чистоты. Из данных навесок отбирают 4 пробы по 100 семян в каждой для всех сельскохозяйственных культур, за исключением крупносемянных (кукуруза, фасоль, бобы и т. д.), для которых отбирают по 50 семян в пробе.

При определении всхожести смеси семян выделяют 4 пробы по 100 семян в каждой, если масса семян данного вида составляет 20 % смеси и более, и 2 пробы по 100 семян, если масса семян данного вида составляет от 10 до 20 % смеси.

Для проведения анализа по определению лабораторной всхожести используют специальные охлаждаемые и обогреваемые термостаты с диапазоном регулирования температуры в рабочей камере от 0 до 40 °С при допустимых колебаниях температуры  $\pm 2$  °С. В термостатах установленная температура контролируется три раза в сутки – утром, в середине дня и вечером. Кроме температуры для каждой культуры используют специальное ложе и освещенность при проращивании (см. прил. 2).

Если в качестве ложа – материала, на который раскладывают семена при проращивании, применяют *фильтровальную бумагу*, используют следующие методы проращивания семян.

*Проращивание семян на фильтровальной бумаге (НБ).*

В растильни помещают два слоя фильтровальной бумаги, которую увлажняют, а затем на нее раскладывают семена. В растильню помещается одна проба. Затем семена помещают в термостат для проращивания при температуре 20–22 °С. Необходимо следить за тем, чтобы фильтровальная бумага не пересыхала.

Данный метод имеет модификацию, которая состоит в следующем. В растильни на дно кладут деревянные планки размером 1×1×10 см, на них – покрытые фильтровальной бумагой в один слой стекла 12×19,5 см (под размер растильни). Фильтровальную бумагу увлажняют и наливают водопроводную воду до нижнего уровня стекол. На бумагу раскладывают семена пробы и помещают растильни в термостат. Составленные растильни укрывают сверху стеклом, что гарантирует уменьшение испарения, а воду в период прорастания не нужно подливать.

*Проращивание семян между фильтровальной бумагой (МБ).*

Данный метод наиболее распространенный, который заключается в следующем: семена по повторениям (4 пробы) раскладывают в растильнях между слоями увлажненной фильтровальной бумаги с расстоянием между семенами от 0,5 до 1,5 см, в зависимости от крупности посевного материала. При этом два-три слоя увлажненной бумаги расстилаются на дне растильни и одним слоем прикрываются семена.

*Проращивание семян в рулонах (Р).*

Для рулонов используют фильтровальную бумагу размером 10×55,0 см, которую увлажняют в верхней части. Затем по осевой линии (3 см от верха) через 1 см раскладывают семена (50 шт. на полоску бумаги). На семена кладут полоску полиэтиленовой пленки (7×55,0 см). Бумагу с семенами заворачивают в рулон и ставят в сосуды вертикально. На рулоны прикрепляют этикетку с названием сорта, в сосуды наливают воду высотой 2–3 см и ставят на проращивание.

При определении лабораторной всхожести, где в качестве ложа используется **песок**, который предварительно просеивается через мелкое сито, применяют следующие модификации.

*Проращивание семян на песке (НП).*

Растильни на  $\frac{2}{3}$  их высоты наполняют увлажненным песком и выравнивают, затем специальным маркером делают углубления в песке на толщину семян и помещают в них семена или вдавливают.

*Проращивание семян в песке (ВП).*

Растильни на  $\frac{1}{2}$  их высоты наполняют увлажненным песком и выравнивают его, делают углубления маркером и после раскладки семян в полученные углубления (или вдавливают на их толщину), а затем покрывают их слоем увлажненного песка около 0,5 см.

Каждая проба семян, расположенная на фильтровальной бумаге или песке, сопровождается этикеткой с указанием:

- регистрационного номера среднего образца (пробы);
- номера проращиваемой пробы (повторности);
- даты учета лабораторной всхожести.

Укомплектованные таким образом растильни помещают в термостат с заданным режимом проращивания семян. По окончании срока, установленного для прорастания семян данной культуры, проводят подсчет проросших семян и определение лабораторной всхожести в процентах. При этом к числу нормально проросших семян относят семена, имеющие:

- хорошо развитые корешки (или главный зародышевый корешок), здоровые на вид;
- хорошо развитые и неповрежденные подсемядольное колено (гипокотиль) и семядольное колено (эпикотиль) с нормальной верхушечной почкой;
- две семядоли (у двудольных);
- первичные листочки, занимающие не менее половины длины coleoptilya (у злаковых).

У кормовых бобовых трав, вики и люпина к всхожим относят также твердые, ненабухшие семена.

Лабораторная всхожесть семян вычисляется как среднее арифметическое результатов четырех проб (табл. 4).

**Таблица 4. Результаты определения лабораторной всхожести семян**

| Культура | Лабораторная всхожесть, % |           |           |           |         |
|----------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
|          | 1-я проба                 | 2-я проба | 3-я проба | 4-я проба | среднее |
|          |                           |           |           |           |         |

Отклонения данных проращиваний по отдельным пробам не должны превышать установленных величин (прил. 3).

В случае если по одной пробе отклонения оказались более допустимого, то процент лабораторной всхожести устанавливают по трем пробам.

Если же отклонения более допустимых обнаружены у двух проб, то проращивание семян нужно повторить.

После определения чистоты семян и лабораторной всхожести можно вычислить посевную годность в процентах по формуле

$$\Pi = \frac{Ч \cdot В}{100},$$

где  $\Pi$  – посевная годность, %;

$Ч$  – чистота семян (семена основной культуры), %;

$В$  – лабораторная всхожесть семян, %

### **1.3. Методика определения интенсивности прироста первичных корешков**

Прорастание семян у различных культур происходит неодинаково, а число образующихся корешков может быть разным. Пшеница, рожь, овес, ячмень прорастают несколькими корешками; просо, кукуруза, рис, сорго – одним (рис. 3).

При прорастании семена зерновых культур образуют обычно три первичных корешка с отклонениями от 1 до 9 шт. Поэтому во время определения энергии прорастания и лабораторной всхожести необходимо выполнить анализ этого же материала на количество образующихся первичных корешков при прорастании.

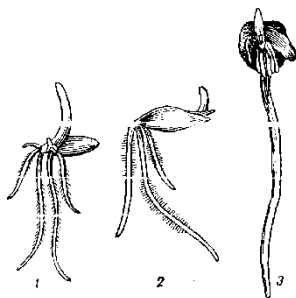


Рис. 3. Проростки зерна:  
1 – ржи, 2 – овса, 3 – кукурузы

Чем больше их среднее значение, тем более высокими урожайными свойствами обладают семена данной партии (табл. 5).

**Таблица 5. Определение количества первичных корешков**

| Культура, | Сорт | Проба | Всего проросших семян, шт | Количество семян с числом корешков |   |   |   |   |   |   |   |   | Сумма корешков, шт. | Среднее число корешков на одном семени |
|-----------|------|-------|---------------------------|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------------|----------------------------------------|
|           |      |       |                           | 1                                  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |                     |                                        |
|           |      | 1     |                           |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |                                        |
|           |      | 2     |                           |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |                                        |
|           |      | 3     |                           |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |                                        |
|           |      | 4     |                           |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |                                        |
| Среднее   |      |       |                           |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |                                        |

Урожайные свойства семян зависят не только от количества образующихся первичных корешков, но и от их интенсивности прироста в начальный период роста.

У различных культур, сортов и партий семян интенсивность прироста первичных корешков в период с 7 до 12-дневного возраста проростков может быть разной, что имеет прямую связь с урожайными свойствами семян проверяемой партии. Наибольшую урожайность дадут те семена, которые будут обладать наибольшей интенсивностью прироста первичных корешков.

Для определения интенсивности прироста первичных корешков необходимо прорастить изучаемые семена в рулонах на питательной смеси Кнопа, приготовленной на обычной водопроводной воде с pH 6,5–6,8. Рулоны изготавливают из фильтровальной бумаги и полиэтиленовой пленки размером 18×80 см. На фильтровальной бумаге простым карандашом проводят линию на расстоянии 3 см от верхнего края. На лист увлажненной фильтровальной бумаги в верхней части по проведенной линии раскладывают семена зародышем вниз. Затем осторожно накладывают полиэтиленовую пленку и сворачивают в рулон, связывают ниткой и ставят в сосуд с раствором Кнопа. Рулоны должны быть на 3–5 см погружены в раствор Кнопа, а на один проросток должно приходиться 1,2–1,5 мг азота. Смесь Кнопа постоянно доливают до требуемого уровня.

Проращивание лучше проводить в климатической камере, так как лучшим режимом является такой, когда ночью температура составляет 13–14 °С, а днем 16–17 °С с фотопериодом 18 ч и освещенностью 30–40 тыс. люкс.

На седьмой день рулоны разворачивают, измеряют длину первичных корешков у нормально проросших семян, заворачивают их обратно и ставят опять в сосуды, заполненные свежеприготовленным раствором. В 12-дневном возрасте измерения повторяют и определяют интенсивность прироста первичных корешков по формуле:

$$I_{\pi} = (D - C) / C \times 100,$$

где  $I_{\pi}$  – интенсивность прироста первичных корешков, %;

$C$  – длина первичных корешков на 7-й день;

$D$  – длина первичных корешков на 12-й день

Результаты вносят в таблицу 6.

**Таблица 6. Определение интенсивности прироста  
первичных корешков**

| Культура | Сорт | Репродукция | № партии | Длина первичных корешков, см |           | Интенсивность прироста, % |
|----------|------|-------------|----------|------------------------------|-----------|---------------------------|
|          |      |             |          | 7-й день                     | 12-й день |                           |
|          |      |             |          |                              |           |                           |

#### 1.4. Методики определения массы 1000 семян, натурy и выравнинность семян

Показатель массы 1000 семян характеризует их крупность, тяжело-весность, выполненность и количество запасных питательных веществ, что оказывает большое влияние на урожайные свойства.

У пшеницы крупность зерна значительно определяет мукомольные и хлебопекарные качества, так как чем крупнее зерно, тем больше в нем содержится эндосперма и тем выше выход муки. Кроме того, показатель массы 1000 семян необходим для расчета весовой нормы посева по штучному коэффициенту в миллионах зерен на гектар.

Для определения массы 1000 семян используют семена основной культуры средней пробы, из которой после тщательного перемешивания отсчитывают без выбора две пробы по 500 шт. и взвешивают их до сотой доли грамма. Если для отсчета проб не хватает семян из одной навески, то используют вторую навеску, а при необходимости отсчитывают третью навеску и выделяют из нее семена основной культуры. Затем вычисляют сумму результатов взвешивания двух проб по 500 семян и фактическое расхождение между результатами взвешивания двух проб и сравнивают с допустимым расхождением, которое определяют по специальной таблице (прил. 4).

Допустимые расхождения определяют в следующем порядке:

- округляют суммарную массу двух проб до целого числа;
- в левой графе «Десятки» отыскивают цифру, соответствующую десяткам этого числа, а в верхней строке «Единицы» цифру, соответствующую единицам, и находят искомое значение допустимого расхождения на пересечении данной графы и строки.

Если разница между массой двух проб превышает допустимое значение, определение повторяют, предварительно перемешав всю пробу (табл. 7).

Таблица 7. Результаты определения массы 1000 семян

| № пробы | Масса пробы | Суммарная масса двух проб | Масса 1000 семян |
|---------|-------------|---------------------------|------------------|
|         |             |                           |                  |
|         |             |                           |                  |
|         |             |                           |                  |

После определения массы 1000 семян, имея данные о посевной годности, можно вычислить весовую норму высева.

**Натура** – это объемная масса или масса 1 л семян, выраженная в граммах. Она зависит от формы, размера и влажности семян. По результатам определения этого показателя можно судить о степени их выполненности, соотношении поверхности семян с их массой. Показатель натуры семян имеет значение при определении необходимого объема зернохранилищ. Натурная масса является одним из признаков, обуславливающих мукомольные достоинства пшеницы.

**Цель задания:** приобрести практические навыки по определению натуры семян и работе с пуркой.

**Материал и оборудование:**

- литровая пурка;
- семена различных сельскохозяйственных культур.

Определение натуры семян проводят на специальных весах, называемых пурками. Существуют пурки различных систем, но в Республике Беларусь используют метрическую литровую пурку с падающим грузом (рис. 4).

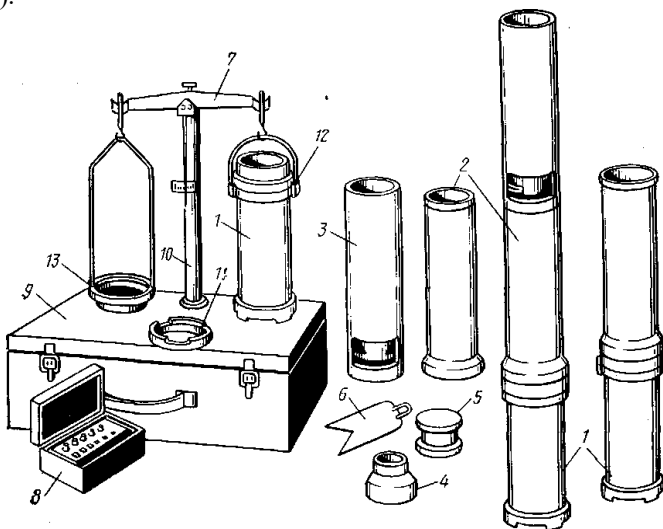


Рис. 4. Пурка для определения натуры зерна

1 – мерка; 2 – цилиндр-наполнитель; 3 – цилиндр с воронкой; 4 – воронка; 5 – падающий груз; 6 – нож; 7 – коромысло весов; 8 – разновес; 9 – ящик для хранения пурки; 10 – штатив для весов; 11 – гнездо для укрепления мерки; 12 – щель в мерке для ножа; 13 – чашка для гирь.

*Цилиндрический стакан* – мерка вместимостью 1 л. В верхней части мерки находится прорезь для специального ножа, которым удаляют излишек зерна, в дне ее имеются отверстия для выхода воздуха. В ней свободно перемещается падающий груз массой 450 г (у литровой пурки) в форме диска, диаметр которого чуть меньше внутреннего диаметра мерки.

*Наполнитель* – пустотелый цилиндр одинакового с меркой диаметра с раструбом в нижней части для установки на мерке и равномерного заполнения ее зерном.

*Цилиндр с воронкой* для первоначального насыпания зерна вместимостью несколько больше мерки.

*Весы*, состоящие из колонки (штатива) с кронштейном, подвески, коромысла, чашки для гирь. Масса чашки равна массе мерки с падающим грузом (без ножа).

Вначале вынимают все части пурки из укладочного ящика, закрывают ящик и устанавливают на горизонтальном столе. Собирают весы, ввинчивают их штатив в нарезку на крышке ящика, на кронштейн подвешивают коромысло, на левую сторону которого надевают чашку для гирь, на правую – мерку с опущенным в нее падающим грузом. Коромысло должно быть обращено к работающему той стороной, на которой находится номер. Проверяют, уравновешены ли мерка с грузом и чашка. Если равновесия нет, отвинчивают винт в нижней части чашки и через отверстие добавляют или изымают мелкую дробь до уравновешивания весов.

Затем снимают мерку, вынимают из нее груз и устанавливают ее в гнездо на крышке ящика. В щель мерки вставляют нож сверху стороной, имеющей номер на рукоятке. На него кладут падающий груз, надевают на мерку наполнитель. В цилиндр с воронкой ровной струей без сотрясения и толчков до черты внутри засыпают образец зерна, ставят его на наполнитель и открывают затвор воронки, после чего зерно пересыпается в цилиндр-наполнитель. Снимают цилиндр с воронкой, быстрым движением без толчков и сотрясений вынимают нож из прорези мерки. После падения в мерку груза и зерна нож осторожно вставляют в прорези до полного выхода его на противоположную сторону, отделяя, таким образом, точный объем зерна. Мерку вместе с наполнителем

вынимают из гнезда ящика, придерживая наполнитель и нож рукой, высыпают излишек зерна из наполнителя. Снимают наполнитель, сбрасывают оставшиеся на ноже зерна и вынимают нож из прорези мерки. Мерку с зерном подвешивают на коромысло весов и взвешивают.

Определяют натуру двукратно, взвешивая литровый объем семян с точностью до 0,5 г. У всех зерновых культур, кроме овса, расхождение между результатами двух взвешиваний не должно превышать 5 г, а у овса и подсолнечника – 10 г. В случае несоответствия этим требованиям определение натуре семян повторяют и записывают в табл. 8.

**Таблица 8. Результаты определения натуре семян**

| Культура | Сорт | Репродукция | Взвешивание | Натура семян, г | Расхождение, г |
|----------|------|-------------|-------------|-----------------|----------------|
|          |      |             | первое      |                 | ×              |
|          |      |             | второе      |                 |                |
|          |      |             | среднее     |                 |                |

Урожайные свойства семян зависят в определенной степени и от их однородности по массе, размерам и другим показателям, т. е. от выравненности. Под выравненностью понимается степень однородности отдельных зерен, составляющих зерновую массу. Выровненные семена дают более дружные, одновременные всходы, от которых зависит дружность развития и созревания посевов.

В зависимости от крупности семян культуры их выравненность определяется путем просеивания навески весом в 100–500 г через набор сит с различными размерами отверстий, после чего семена с каждого решета взвешивают. Выравненность семян определяют по сумме двух решет, на которых оказалось наибольшее их количество, выражают в процентах и записывают в табл. 9.

**Таблица 9. Определение выравненности семян**

| Культура | Сорт | Сход с решет, мм (г) |     |     |     |     | Выравненность, % |
|----------|------|----------------------|-----|-----|-----|-----|------------------|
|          |      | 3,0                  | 2,7 | 2,5 | 2,2 | 2,0 |                  |
|          |      |                      |     |     |     |     |                  |

### 1.5. Сила роста семян, методика ее определения

Сила роста является дополнительным показателем посевных качеств семян, позволяющих установить не только процент всхожих семян, но и определить способность ростков семян пробиваться на поверхность почвы. Сила роста является одним из показателей урожайных свойств семян. Определяется она выращиванием растений в сосудах с песком в течение 10 суток и устанавливает способность ростков семян пробиваться через слой песка.

Для определения силы роста берут стеклянные или пластмассовые сосуды высотой 20 и диаметром 15 см. Сосуды заполняют мелким кварцевым песком, предварительно просеянным через сито с отверстиями 1 мм. Затем песок увлажняют до 60 % от полной влагоемкости. Поверхность песка в сосуде уплотняют и тщательно выравнивают.

Из средней пробы от каждой партии берут две пробы по 100 семян, раскладывают их на поверхности песка, вдавливая вровень с ним. Затем семена засыпают крупнозернистым песком (с крупностью частиц от 1 до 1,25 мм) слоем 3 см для зерновых культур и 2 см для мелкосемянных культур. Слой песка в сосуде должен быть на 2 см ниже его верха. Сверху сосуд закрывают стеклянной пластинкой. Семена проращивают при постоянной температуре 16–18 °С. Когда появившиеся из песка ростки достигнут стеклянной пластинки, ее снимают.

Проращивание проводится на свету в течение 10 дней. Все вышедшие к этому сроку на поверхность песка ростки срезают вровень с поверхностью песка, подсчитывают и немедленно взвешивают. Определяют процент взошедших здоровых проростков и их массу в пересчете на 100 проростков в граммах.

Результаты определения силы роста семян внесите в табл. 10.

Таблица 10. Результаты определения силы роста семян

| Культура | Сорт | Репродукция | № партии | Повторение | Количество всходов, % | Масса ростков, г | Масса ростков, г/100 шт. |
|----------|------|-------------|----------|------------|-----------------------|------------------|--------------------------|
|          |      |             |          | I          |                       |                  |                          |
|          |      |             |          | II         |                       |                  |                          |
|          |      |             |          | Среднее    |                       |                  |                          |

Одновременно с определением силы роста можно установить и посевные качества семян.

Для этого необходимо из сосуда удалить крупный песок, которым засыпались семена и подсчитать ростки, не вышедшие на поверхность, ростки с признаками болезней, искривленные проростки и т. д.

В результате анализа устанавливают количество (в %):

- здоровых всходов, появившихся на 10-й день;
- ростков, которые проросли к 10-му дню, но не вышли на поверхность песка;
- больных и погибших ростков;
- набухших семян;
- ненормально проросших семян.

Результаты определения силы роста и посевных качеств семян внесите в табл. 11.

**Таблица 11. Результаты определения силы роста и посевных качеств семян**

| Культура | Сорт | Репродукция | № партии | Здоровые всходы, % | Масса ростков г/100 шт. | Проросшие, но не вышедшие на поверхность, % | Больные и погибшие ростки, % | Набухшие семена, % | Ненормально проросшие семена, % | Затянувшие семена, % |
|----------|------|-------------|----------|--------------------|-------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------------------|----------------------|
|          |      |             |          |                    |                         |                                             |                              |                    |                                 |                      |

## ГЛАВА 2. МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ.

### 2.1. Методы отбора почвенных образцов.

*Случайный отбор проб (Random)* – это традиционный метод, который работает для однородных полей с небольшими изменениями. Метод отображает средние показатели поля, среднее число всех образцов, взятых со всей площади поля.

*Эталонный отбор проб (Benchmark)* – рекомендуется для полей с большим количеством изменений на поле (холмы, различные изменения рельефа и т. д.). Эталонный отбор проб уменьшает естественную изменчивость поля, сокращая размеры выбранного поля путем деления его на элементарные участки (5–10 га). Соответственно после проведения анализа должны быть даны рекомендации по внесению удобрений для каждого такого участка.

Эталонный участок должен (может) быть отмечен с помощью глобальной системы расположения (GPS) или другими средствами таким образом, чтобы можно было возвратиться именно на него для отбора проб и внесения удобрений. Отбор образцов в одном и том же самом месте покажет картину ежегодных изменений на поле.

Анализ нескольких отдельных эталонных участков в первый год уменьшит риск получения недостоверных значений с поля, не отвечающих общим его показателям. С другой стороны, эти технологии более дорогостоящи для лабораторного анализа. Данный метод помогает определить участки для эталонного отбора образцов в дальнейшем.

При выборе эталонов используются морфологические признаки почв, такие как цвет почвы и ландшафт, чтобы идентифицировать различные типы почвы. Выбирается участок, у которого есть особенности, подобные большей части поля или доминирующему типу почвы.

Наилучшее время для проведения анализа почвы – после уборки урожая. В начале сельскохозяйственного сезона легче выбрать условия для формирования будущего урожая.

Существуют и другие способы выбрать потенциальные эталонные участки. Процесс деления поля на меньшие участки для взятия проб необходим при различных типах почв в пределах одного поля. Этот подход особенно эффективен на холмистом ландшафте. Каждый участок (с определенной культурой и историей поля) следует выбирать отдельно. Оценивается каждый участок по наблюдениям за изменениями в

урожайности, росте и развитии посевов, структуре, цвете, степени эрозии и дренаже почвы. Участки полей, где рост и развитие растений значительно отличаются от остальной части поля, отбираются отдельно. Избегают участков с остатками соломы и сена, а также с применением высоких доз удобрений и т. д. Выбираются 15–20 мест для отбора проб на одном исследуемом участке.

В полевых условиях необходимо взять образцы почв. До выхода в поле взвешивают пустые стаканчики, патроны с крышками и производят записи в рабочей тетради.

1. Почвенный образец с ненарушенным сложением для определения плотности берут буром, для чего к штанге бура навинчивают патрон, предварительно сняв с него крышку. Ставят бур строго перпендикулярно на почву и вдавливают или вбивают деревянной колотушкой до нужной глубины (0–10; 10–20 и 20–30 см); осторожно поворачивают бур по часовой стрелке и вынимают его из почвы; переворачивают вверх; отвинчивают патрон и закрывают крышкой. Глубину взятия образца и номер патрона записывают в тетрадь.

2. Почвенную пробу на влажность берут специальным буром, рядом с шурфом и с той же глубины, где брали образец почвы для определения плотности. Почву из бура высыпают на пергаментную бумагу, перемешивают и насыпают в сушильный стаканчик (примерно 2/3 его объема). Глубину взятия почвенного образца и номер стаканчика записывают в тетрадь. Если патроны не ставят на насыщение, то дополнительные пробы для определения влажности не берут. Для этой цели используют почву из патрона после его взвешивания.

3. Для структурного анализа и других определений почву берут лопатой, вырезая с нужной глубины слой площадью 10×10 см, и, стараясь не разрушать ее структуру, помещают в коробку. Сверху кладут этикетку с указанием даты, места и глубины взятия образцов, номера учебной группы и своей фамилии.

4. Образцы почвы для определения влажности и плотности переносят в лабораторию и взвешивают, результаты записывают в тетрадь. Образец почвы для структурного анализа из коробки помещают в сухое место, распределяя тонким слоем на листе бумаги, крупные комки слегка разламывают. В таких условиях почва доводится до воздушно-сухого состояния. Для получения более объективных показателей почвенные пробы отбираются в нескольких повторностях. Повторность взятия проб зависит от степени варьирования (изменения) того или

иного показателя. Обычно почвенные пробы для изучения некоторых физических свойств берут в 6–7-кратной повторности.

Для работы в поле необходимо иметь следующее оборудование: бур для взятия образцов почвы на определение влажности; бур с патронами; нож большой; коробки для почвенных образцов; алюминиевые сушильные боксы; линейка; лопата.

При выполнении агрофизических исследований необходимо производить достаточно точные взвешивания на технических весах (обычно с точностью до 0,1 г). Перед взвешиванием весы нужно правильно установить и откалибровать согласно прилагаемой инструкции.

## 2.2. Гранулометрический состав почвы и методы его определения.

*Гранулометрическим составом* называют совокупность механических (гранулометрических элементов) разного размера, находящихся в почве в разных количествах и соотношениях.

Классификация по гранулометрическому составу проводится объединением пород и почв в несколько групп с характерными для них физическими и химическими свойствами.

В настоящее время для почвенно-географических и почвенно-агрономических исследований используется классификация почв по Н. А. Качинскому, в основу которой положено соотношение между физической глиной и физическим песком (табл. 12).

Таблица 12. Классификация почв по гранулометрическому составу для почв подзолистого типа почвообразования

| Основное название почвы | Содержание, %    |                   |
|-------------------------|------------------|-------------------|
|                         | физической глины | физического песка |
| Песок: рыхлый           | 0–5              | 100–95            |
| связный                 | 5–10             | 95–90             |
| Супесь*: рыхлая         | 10–15            | 90–85             |
| связная                 | 15–20            | 85–80             |
| Суглинок: легкий        | 20–30            | 80–70             |
| средний                 | 30–40            | 70–60             |
| тяжелый                 | 40–50            | 60–50             |
| Глина: легкая           | 50–65            | 50–35             |
| средняя                 | 65–80            | 35–20             |
| тяжелая                 | >80              | <20               |

\*Для почв Беларуси

При более детальной характеристике предложено дополнительное введение преобладающей фракции: почва гравелистая (преобладает фракция 3–1 мм), песчаная (1–0,05 мм), крупнопылеватая (0,05–0,01 мм), пылеватая (0,01–0,001 мм), иловатая (менее 0,001 мм).

В зависимости от преобладания той или иной фракции, к основному названию почвы, указанному в табл. 5, принято добавлять название первых двух преобладающих. Например, дерново-подзолистая почва содержит: физической глины – 28,1 %, песка (1–0,05 мм) – 37, крупной пыли (0,05–0,01 мм) – 34,9, пылевой (сумма средней и мелкой пыли: 0,01–0,005 + 0,005–0,001 мм) – 16 и ила (менее 0,001 мм) – 12,1 %. В этой почве преобладающая фракция – песок, на втором месте – крупная пыль, на третьем и четвертом – пыль и ил. Такая почва по гранулометрическому составу называется легким крупнопылевато-песчаным суглинком, так как преобладающая фракция ставится на последнем месте, а на предпоследнем – фракция, занимающая второе место.

**Значение гранулометрического состава почв.** Гранулометрический состав является одной из важнейших характеристик почвы и имеет большое агрономическое значение. От него зависят все свойства и режимы: тепловой, водный, воздушный, все физические и физико-механические свойства.

Песчаные и супесчаные почвы хорошо водопроницаемы, они более «теплые», так как быстро оттаивают и прогреваются, но они бесструктурны и бедны гумусом и зольными элементами, плохо удерживают воду. Глинистые почвы, наоборот, влагоемки, медленно прогреваются, характеризуются недостаточной аэрацией, но они богаты гумусом, элементами питания, имеют высокую поглонительную способность и буферность.

В зависимости от гранулометрического состава меняются сроки начала полевых работ и условия обработки, структура посевов, нормы удобрений. Почвы песчаные и суглинистые легко поддаются обработке, поэтому их называют *легкими*. Тяжелосуглинистые и глинистые почвы отличаются от них более высокой связностью, их обработка требует больших энергетических затрат, поэтому их принято называть *тяжелыми*. Такие почвы обладают неблагоприятными физическими и физико-механическими свойствами. Они имеют слабую

водопроницаемость, легко заплывают, образуют корку, имеют большую плотность и липкость.

В условиях Беларуси лучшими являются легкосуглинистые почвы, в черноземной зоне – средне- и тяжелосуглинистые, которые способны создавать хороший запас влаги. Из бесструктурных почв лучшими являются среднесуглинистые, так как песчаные имеют недостаток влаги, а тяжелые заплывают.

Сельскохозяйственные культуры в силу физиологических особенностей для оптимального развития нуждаются в почвах определенного гранулометрического состава.

Существуют полевые и лабораторные *методы определения гранулометрического состава* почв.

В полевых условиях определяют гранулометрический состав почв приближенно, по внешним признакам и на ощупь. Зная эти признаки и имея соответствующий навык, можно быстро и с достаточной точностью определить гранулометрический состав в полевых условиях.

Полевые методы делятся на сухой и мокрый.

**Сухой метод.** Сухой комочек или щепотку мелкозема почвы испытывают на ощупь, кладут на ладонь и тщательно растирают пальцами. Гранулометрический состав почвы определяют по ощущению при растирании, состоянию сухой почвы, количеству песка (табл. 13).

Т а б л и ц а 13. **Органолептические признаки почвы**

| Название почвы   | Состояние сухого образца                                                      | Ощущение при растирании сухого образца                             |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Песок            | Сыпучее                                                                       | Состоит почти полностью из песка                                   |
| Супесь           | Комочки слабые, легко раздавливаются                                          | Преобладают песчаные частицы. Мелкие частицы являются примесью     |
| Легкий суглинок  | Комочки разрушаются с небольшим усилием                                       | Преобладают песчаные частицы. Глинистых частиц 20–30 %             |
| Средний суглинок | Структурные отдельности разрушаются с трудом, замечается угловатость их формы | Песчаные частицы хорошо различимы. Глинистых частиц около половины |
| Тяжелый суглинок | Агрегаты плотные, угловатые                                                   | Песчаных частиц почти нет. Преобладают глинистые частицы           |
| Глины            | Агрегаты очень плотные, угловатые                                             | Тонкая однородная масса, песчаных частиц нет                       |

Результаты определения гранулометрического состава полевым сухим методом заносят в табл. 14.

**Мокрый метод.** Образец почвы увлажняют и перемешивают до тестообразного состояния. Из подготовленной почвы на ладони скатывают шарик и пробуют раскатать его в шнур толщиной около 3 мм, затем свернуть в кольцо диаметром 2–3 см. В зависимости от гранулометрического состава почвы показатели будут различны.

*Признаки поведения образца сырой почвы или породы:*

*песок:* шарик не скатывается;

*супесь:* шарик скатывается, но раскатать его в шнур не удастся;

*суглинок легкий:* шарик раскатывается в шнур, но он дробится на части при раскатывании или взятии с ладони;

*суглинок средний:* шарик раскатывается в цельный, сплошной шнур, а при сворачивании его в кольцо образуются разрывы;

*суглинок тяжелый:* шарик раскатывается в шнур, а при сворачивании его в кольцо образуются трещины на внешней стороне кольца;

*глина:* шарик раскатывается в цельный, сплошной шнур, из которого можно сделать кольцо и восьмерку без трещин.

**Т а б л и ц а 14. Результаты определения гранулометрического состава полевым сухим методом**

| Генетический горизонт и глубина взятия образца, см | Диагностические признаки |           |               |               | Название почвы по гранулометрическому составу |
|----------------------------------------------------|--------------------------|-----------|---------------|---------------|-----------------------------------------------|
|                                                    | Выраженность структуры   | Связность | Наличие глины | Наличие песка |                                               |
|                                                    |                          |           |               |               |                                               |

Результаты определения гранулометрического состава полевым мокрым методом записывают в табл. 15.

**Т а б л и ц а 15. Результаты определения гранулометрического состава полевым мокрым методом**

| Генетический горизонт и глубина взятия образца, см | Диагностические признаки |                   |                  | Название почвы по гранулометрическому составу |
|----------------------------------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|-----------------------------------------------|
|                                                    | Скатывание шарика        | Образование шнура | Деформация шнура |                                               |
|                                                    |                          |                   |                  |                                               |

### 2.3. Структура почвы, агрегатный анализ почвы.

Механические элементы в почве находятся в двух состояниях:

- раздельно-частичном (элементы обособлены друг от друга),
- агрегатном (элементы склеены в комочки (агрегаты) разной формы и размера, которые называют *структурными отдельностями*).

*Структурность* – способность почвы распадаться на агрегаты.

*Структура почвы* – совокупность агрегатов различной величины и формы, на которые распадается почва.

В морфолого-генетическом плане понятие почвенной структуры включает размеры, форму и организацию твердых компонентов почвы и пор между ними.

В современном почвоведении используется классификация С. А. Захарова, как наиболее детально разработанная (табл. 16).

Таблица 16. Классификация структуры почвы

| Структура (тип, вид)                                                       | Размер, мм | Примечание               |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------|
| I тип. Кубовидная                                                          |            |                          |
| <i>Глыбистая</i> – грани и ребра выражены не резко                         | > 20       | Неводопрочная            |
| <i>Комковатая</i> – грани и ребра выражены плохо:                          | 20–10      | Относительно водопрочная |
| - крупнокомковатая                                                         | 10–1       |                          |
| - среднекомковатая                                                         | 1–0,25     |                          |
| - мелкокомковатая                                                          |            |                          |
| <i>Ореховатая</i> – грани и ребра выражены резко:                          | 20–10      | Очень водопрочная        |
| - крупноореховатая                                                         | 10–7       |                          |
| - среднеореховатая                                                         | 7–5        |                          |
| - мелкоореховатая                                                          |            |                          |
| <i>Зернистая</i> – грани и ребра выражены резко:                           | 5–3        | Очень водопрочная        |
| - крупнозернистая                                                          | 3–1        |                          |
| - среднезернистая                                                          | 1–0,5      |                          |
| - мелкозернистая                                                           |            |                          |
| II тип. Призмовидная                                                       |            |                          |
| <i>Столбчатая</i> – с округлой головкой и плохо выра-<br>женными гранями   | 50–30      | Неводопрочная            |
| <i>Призматическая</i> – с плоской вершиной и хорошо<br>выраженными гранями | 50–30      | Неводопрочная            |
| III тип. Плитовидная                                                       |            |                          |
| <i>Сланцеватая</i>                                                         | > 5        | Неводопрочная            |
| <i>Плитчатая</i>                                                           | 5–3        |                          |
| <i>Пластиначатая</i>                                                       | 3–1        |                          |
| <i>Листоватая</i>                                                          | < 1        |                          |

|            |                                                          |  |
|------------|----------------------------------------------------------|--|
| Чешуйчатая | Очень мелкие<br>пластинчатые<br>и листоватые<br>агрегаты |  |
|------------|----------------------------------------------------------|--|

Согласно данной классификации, все разнообразие почвенных структур разделяется на *3 основных типа*:

- кубовидная – структурные отдельности равномерно развиты по трем взаимно перпендикулярным осям;
- призмовидная – отдельности развиты в основном по вертикальной оси;
- плитовидная – отдельности развиты в основном по двум горизонтальным осям и укорочены в вертикальном направлении

Почва может быть структурной и бесструктурной. При структурном состоянии почва разделена на отдельности той или иной формы и размера. Бесструктурным состояние считается тогда, когда механические элементы, составляющие почву, существуют раздельно и не соединены в крупные агрегаты. Типичный пример бесструктурного состояния почвы – рыхлый сухой песок. Также бесструктурными считаются почвы, которые представляют собой сплошную сцементированную массу. Такие почвы не обладают удовлетворительными физическими свойствами, практически непроницаемы ни для воды, ни для воздуха.

Между структурными и бесструктурными почвами встречаются переходные, у которых структура выражена слабо.

Определить вид структуры можно при копке почвенного разреза, когда почва распадается на агрегаты при выбросе ее лопатой на поверхность, или же из горизонта берут ножом немного почвы, встряхивают ее на ладони и по форме агрегатов устанавливают наличие того или иного вида структуры.

**Агрономическая оценка структуры** определяется: размерами и формой агрегатов, механической прочностью (связностью), водопропрочностью, пористостью агрегатов.

По размерам выделяют: *микроагрегаты* ( $< 0,25$  мм), *мезоагрегаты* ( $0,25-10$  мм), *макроагрегаты* ( $> 10$  мм). Микроагрегаты образуют пылеватую структуру, макроагрегаты – глыбистую. Ни микроагрегаты, ни макроагрегаты не являются агрономически ценными. Наиболее ценными являются мезоагрегаты.

**Коэффициент структурности почвы** – это отношение процентного содержания в почве *мезоагрегатов* (т. е. агрегатов размером от 0,25 до

10 мм) к суммарному процентному содержанию *микроагрегатов* (структурных отдельностей менее 0,25 мм) и *макроагрегатов* (структурных отдельностей более 10 мм). Чем больше коэффициент структурности, тем лучше структура почвы.

Агрономически ценной является комковатая и зернистая структура верхних горизонтов почвы с размерами агрегатов от 0,25 до 10 мм, обладающая водопрочностью и связностью.

*Водопрочность* – способность почвенных агрегатов противостоять размывающему действию воды.

*Связность (механическая прочность)* – способность почвенных агрегатов противостоять разрушающему действию рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий, ходовых систем тракторов и другой техники.

Таким образом, хорошо оструктуренная почва характеризуется:

- содержанием мезоагрегатов более 55 %;
- зернистой или мелкокомковатой формой агрегатов;
- пористостью агрегатов более 45 %;
- связностью и водопрочностью агрегатов.

**Агрегатный анализ почв.** В задачу агрегатного анализа входит:

- определение содержания агрегатов того или иного размера в пределах 0,25–10 мм;
- качественная оценка структуры почвы по содержанию водопрочных агрегатов.

По Н. И. Саввинову число агрегатов определенного размера находят методом «сухого», а водопрочных – методом «мокрого» агрегатного анализа.

**Метод «сухого» агрегатного анализа.** Из образца воздушно-сухой почвы берут среднюю пробу массой 500 г и осторожно выбирают корни, а также другие включения. Подготовленную почву просеивают через колонку сит диаметром 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм с поддоном. Почву просеивают небольшими порциями (100–200 г), избегая сильных встряхиваний. Когда сита разъединяют, по ребру каждого из них слегка постукивают ладонью, чтобы освободить застрявшие агрегаты.

Сухим просеиванием почва разделяется на фракции: >10; 10–7; 7–5; 5–3; 3–2; 2–1; 1–0,5; 0,5–0,25 и <0,25 мм. Агрегаты с сит переносят в предварительно взвешенные алюминиевые или фарфоровые чашки и снова взвешивают на техномических весах. По разности масс находят массу каждой почвенной фракции, а также ее содержание в процентах

от массы воздушно-сухой почвы. За 100 % принимается вся навеска почвы. Полученные результаты заносят в табл. 17.

По результатам анализа рассчитывают коэффициент структурности почв (К), который показывает отношение процентного количества агрегатов от 0,25 мм до 10 мм (мезоагрегатов) к суммарному количеству агрегатов менее 0,25 мм (микроагрегатов) и более 10 мм (макроагрегатов). Чем больше коэффициент структурности, тем лучше оструктурена почва (табл. 18).

**Таблица 17. Результаты «сухого» агрегатного анализа почвы**

| Размер фракций, мм | Номер чашки | Масса пустой чашки, г | Масса чашки с почвенными агрегатами, г | Масса почвенных агрегатов, г | Содержание агрегатов, % |
|--------------------|-------------|-----------------------|----------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| > 10               |             |                       |                                        |                              |                         |
| 10–7               |             |                       |                                        |                              |                         |
| 7–5                |             |                       |                                        |                              |                         |
| 5–3                |             |                       |                                        |                              |                         |
| 3–2                |             |                       |                                        |                              |                         |
| 2–1                |             |                       |                                        |                              |                         |
| 1–0,5              |             |                       |                                        |                              |                         |
| 0,5–0,25           |             |                       |                                        |                              |                         |
| < 0,25             |             |                       |                                        |                              |                         |
| Всего              |             |                       |                                        | 500                          | 100                     |

**Таблица 18. Определение коэффициента структурности**

| Макроагрегаты, % | Мезоагрегаты, % | Микроагрегаты, % | К |
|------------------|-----------------|------------------|---|
|                  |                 |                  |   |

## **2.4. Качественная оценка (бонитировка) почв**

Бонитировка почв (от лат. *bonitos* – добротность) – сравнительная оценка качества почв по их производительной способности. Бонитировка почв представляет собой специализированную генетико-производственную классификацию почв, плодородие которых выражено в баллах, а бонитет почвы – показатель ее продуктивности. Она позволяет определить, насколько одна почва лучше или хуже другой по своему плодородию.

Бонитировке подлежат все виды сельскохозяйственных угодий: пашня, сенокосы, пастбища, залежи, многолетние насаждения.

Бонитировка почв заключается в определении относительной пригодности рабочих участков для возделывания основных сельскохозяйственных культур исходя из почвенного покрова (по шкале бонитировочных баллов почв) и при наличии факторов, дополнительно влияющих на урожайность (с учетом поправочных коэффициентов).

Баллы бонитета почв под различные сельскохозяйственные культуры могут использоваться самостоятельно или служить в качестве научной основы для проведения экономической или стоимостной оценки земель.

Шкала бонитировочных баллов является основным инструментом для проведения землеоценочных работ. Для проведения бонитировочных работ в Беларуси принята закрытая 100-балльная шкала, в которой лучшие почвы оценены в 100 баллов, худшие получили минимальный балл. За 100 баллов в условиях Беларуси принята дерново-карбонатная легко- и среднесуглинистая высококультуренная почва с оптимальными значениями агрохимических показателей.

При построении шкалы бонитировочных баллов в качестве критерия оценки послужили основные свойства почв, определяющие их типовые различия, степень заболоченности, гранулометрический состав и характер строения почвообразующих пород. Шкала оценки почв составлена в виде таблицы (прил. 5), где по строкам дается тип почвы, степень увлажнения, гранулометрический состав, строение почвообразующих и подстилающих пород, мощность торфяной залежи, а по графам – номера почвенных разновидностей, мелиоративное состояние, баллы бонитета пахотных угодий под сельскохозяйственные культуры в среднем и по видам культур, баллы оценки почв природных кормовых угодий (улучшенных и естественных). Подстиление пород, заметно влияющее на производительную способность почв, учитывается с глубины 25–100 см. При построении шкалы учитывается также прослойка песка мощностью 20–50 см. Для переувлажненных минеральных почв приводятся два балла, характеризующие их производительную способность в неосушенном и осушенном состоянии. Торфяно-болотные почвы оценены в осушенном состоянии.

Баллы почв для сельскохозяйственных культур в среднем определены исходя из баллов почв под конкретные культуры и среднего соотношения их посевных площадей по республике.

**Поправочные коэффициенты.** Шкала оценочных баллов почв разработана для участков почв, обладающих комплексом оптимальных для роста и развития сельскохозяйственных культур свойств почв и их культуртехнического состояния: отсутствует эродированность и завалуненность почв, агрохимические свойства соответствуют их оптимальным параметрам, рабочий участок включает отдельно обрабатываемые участки площадью более 15 га. В таких случаях качество земель совпадает со сравнительной оценкой почв по шкале. На участках, где свойства почв отличаются от оптимальных, в полученный по таблице средневзвешенный балл почвенных разновидностей участка вводятся соответствующие поправочные коэффициенты на климатические условия, эродированность, завалуненность, окультуренность почв, контурность угодий, мелиоративное состояние земель, закустаренность естественных кормовых угодий.

**Поправочные коэффициенты на климатические условия.** Производительная способность земель в значительной степени зависит от климатических условий, так как с ними связано созревание почв для их обработки, время посева сельскохозяйственных культур и уборка урожая, продолжительность вегетационного периода. Поэтому для учета степени влияния этого фактора в различных районах республики был использован показатель биоклиматического потенциала, определенный с учетом сумм температур выше 10 °С и годового атмосферного увлажнения. В зависимости от величин биоклиматического потенциала по всем районам республики рассчитаны поправочные коэффициенты на климатические условия, которые в процессе бонитировочных работ неоднократно совершенствовались.

Наиболее благоприятными для сельскохозяйственного производства являются климатические условия юго-западных и южных районов. Поэтому поправочный коэффициент на климат в этих районах равен единице. В направлении с юга на север и северо-восток эти условия заметно ухудшаются и соответственно увеличивается поправочный коэффициент на неблагоприятность климатических условий, который в ряде районов Витебской области составляет 0,84–0,85.

При проведении III тура качественной оценки земель в республике выявилась необходимость учета континентальности климата в восточных районах республики, которая выражается в меньшей продолжительности вегетационного периода и большей глубине промерзания супесчаных и суглинистых почв. Число дней с температурой воздуха

выше +5 °С и глубина промерзания дают возможность судить о продолжительности весеннего и осеннего периодов, а также сроках оттаивания почв, что имеет важное значение для развития растений и планирования сроков проведения основных полевых работ. Интенсивность фотосинтеза в растениях также тесно связана с продолжительностью вегетационного периода и суммой положительных температур. В результате введения поправочного коэффициента на климатические условия (путем умножения исходного оценочного балла шкалы на поправку на климат) определяется перспективный балл почвенной разновидности.

Суммарные коэффициенты на климатические условия, рассчитанные по биоклиматическому потенциалу и континентальности, приведены в прил. 6.

***Поправочные коэффициенты на эродированность и завалуненность почвы.*** Значительное влияние на качество земель оказывают эродированность и завалуненность почв. Исследованиями установлено, что влияние это для различных культур неодинаково. Поэтому поправочные коэффициенты приводятся для четырех групп культур: зерновые и зернобобовые, пропашные, лен, многолетние травы.

Установлено, что снижение урожайности различных культур на эродированных почвах составляет от 5–20 % на слабосмытых и до 30–60 % на сильносмытых почвах.

Завалуненность (каменистость) пахотных земель снижает урожайность сельскохозяйственных культур как непосредственно, так и косвенно, через качество обработки почв и уборки урожая.

Полученные результаты исследований показывают, что недобор урожая на завалуненных землях в условиях Беларуси составляет для различных культур от 8 % при слабой завалуненности и до 16–30 % при очень сильной завалуненности. Учитывая указанный характер влияния культуртехнического состояния почв, разработаны поправочные коэффициенты на эродированность и завалуненность, которые приведены в прил. 7 и 8.

***Поправочные коэффициенты на степень окультуренности почвы.*** Из всего комплекса агрохимических свойств почв, с которыми связан урожай и которые отражают уровень почвенного плодородия, наиболее важное значение имеют кислотность ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ), содержание подвижного фосфора ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), калия ( $\text{K}_2\text{O}$ ) и гумуса. Поэтому по их содержанию принято оценивать окультуренность почв и для них определены оптимальные параметры (прил. 9, 10).

Суммарную оценку окультуренности почв выражает комплексный показатель – индекс окультуренности ( $I_{ок}$ ), методика расчета которого заключается в следующем.

Предварительно рассчитываются относительные индексы ( $I_{отн}$ ) для каждого из показателей по формуле:  $I_{отн} = (X_{факт} - X_{мин}) / (X_{опт} - X_{мин})$

где  $X_{факт}$  – фактическое значение показателя ( $pH_{KCl}$ ,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , гумус);

$X_{мин}$  и  $X_{опт}$  – соответственно минимальное и оптимальное значения показателя свойства для данной почвенной группы.

Для практических расчетов установлены следующие агрохимические показатели: для  $pH$  – 3,5; для содержания  $P_2O_5$  и  $K_2O$  – 20 (минеральные почвы) и 100 мг/кг почвы (торфяно-болотные почвы); для содержания гумуса – 0,5 %. Если фактический показатель больше оптимального, то в формуле вместо фактического значения записывается его оптимальный показатель.

После определения относительного индекса по всем показателям рассчитывается общий индекс окультуренности по формуле

$$I_{ок} = (I_{pH} + I_{P_2O_5} + I_{K_2O} + I_{гум}) / 4$$

Индекс окультуренности рассчитывается с точностью до сотого знака. Для удобства в прил. 9 приведены рабочие формулы для его расчета.

Полученные индексы окультуренности переводятся в поправочные коэффициенты на степень окультуренности почв (прил. 11), на которые умножаются средневзвешенные баллы почв при оценке рабочих участков.

#### ***Поправочные коэффициенты на контурность пахотных земель.***

Продуктивность сельскохозяйственных угодий в значительной мере зависит также от площади обрабатываемых земельных участков. Как показывают наблюдения, по краю поля урожайность сельскохозяйственных культур заметно ниже, чем в середине, что связано с отрицательным влиянием здесь таких факторов, как более сильное уплотнение почвы на полосах разворота сельскохозяйственных машин и агрегатов, избыточная увлажненность у границ с заболоченными местами, нарушение почвенного покрова при строительстве каналов и дорог, более сильная засоренность сорной растительностью и др.

Установлено, что по мере увеличения среднего размера обрабатываемого участка влияние контурности на урожайность постепенно снижается и при среднем размере контура более 15 га влияние этого фактора на продуктивность земель практически отсутствует. Исходя из этого

при оценке участков предлагается учитывать влияние контурности на продуктивность земель введением поправочных коэффициентов при среднем размере контура до 15 га (прил. 12).

***Поправочные коэффициенты на мелиоративное состояние земель.*** Продуктивность угодий во многом зависит от мелиоративного состояния осушенных земель – выровненности поверхности, наличия элементов для организации поверхностного стока, степени износа и технической неисправности элементов осушительной системы. Поэтому этот фактор учитывают при определении поправочных коэффициентов к баллам на мелиоративное состояние осушенных земель (прил. 13). При этом все осушенные земли с неудовлетворительной работой осушительных систем делятся на две категории: осушенные земли, требующие агро мелиоративного улучшения, и осушенные земли с устаревшей осушительной сетью, требующей реконструкции, которая, согласно указаниям по инвентаризации осушенных и орошаемых земель, в свою очередь подразделяется на 9 степеней мелиоративного состояния. Для этих степеней по двум группам культур (1-я – зерновые, пропашные, лен; 2-я – люцерна, клевер, злаковые травы) разработаны поправочные коэффициенты.

***Поправочные коэффициенты на закустаренность естественных кормовых угодий.*** Установлено, что закустаренность естественных кормовых угодий значительно снижает их продуктивность, так как она практически изымает из сельскохозяйственного использования большие площади, а также затрудняет применение сельскохозяйственных машин. Поэтому при проведении землеоценочных работ вводят поправочный коэффициент на степень закустаренности. Поправочные коэффициенты определены для нескольких групп закустаренности (прил. 14). Закустаренность определяется в процентах от общей площади участка. Естественные сенокосы и пастбища, закустаренность которых составляет менее 5%, считаются практически незакустаренными, и поправка на закустаренность при определении балльности почв не вводится.

## **2.5. Роль гумуса в формировании почвенного плодородия, определение баланса гумуса в почве**

Гумус – это сложный, динамичный комплекс органических соединений, образующийся в почве в результате процессов гумификации. В

минеральных почвах на его долю приходится 85–90 % всего отмершего органического вещества. Остальная часть представлена свежими остатками растительного и животного происхождения, которая в дальнейшем также подвергается разложению. В торфяно-болотных почвах из-за недостатка кислорода процессы гумификации и минерализации замедляются. Поэтому в этих почвах практически всё органическое вещество состоит из не полностью разложившихся растительных остатков – торфа.

Роль гумуса в формировании свойств почвы велика и многообразна. В нем, как и в любом органическом веществе, накоплено и в химической форме сохраняется огромное количество энергии. При средней теплотворной способности гумуса около 4000 калорий/г общий запас энергии, аккумулированной на 1 га почвы, сопоставим с 50000, а на черноземах даже с 250000 л бензина. В целом в гумусе почвенного покрова Земли сосредоточено столько же солнечной энергии, сколько и во всей надземной массе растений, а ее общее количество на земном шаре достигает  $5,33 \times 10^{19}$  КДж. Количество же энергии, аккумулированной в гумусе пахотных горизонтов различных почв, колеблется от  $6 \times 10^8$  до  $40 \times 10^8$  КДж/га. Эта энергия играет чрезвычайно важную роль в процессах превращения в почве минеральных соединений, в биосинтетических реакциях, в жизнедеятельности микроорганизмов, в развитии растений и т.д.

В гумусе накоплены не только огромные запасы энергии, но и содержится большое количество элементов питания, необходимых для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и растений. В нем аккумулирован почти весь азот почвы (до 99 %). Именно поэтому, чем больше запасы гумуса в почве, тем больше в ней и азота. Например, у подзолистых почв, отличающихся низким содержанием гумуса, запасы этого элемента составляют 6 т/га, в то время как в метровом слое черноземов они достигают 35 т/га.

Органически связанные соединения азота принимают активное участие в питании растений. Даже на фоне внесения азотного удобрения, растения около половины своих потребностей в азоте удовлетворяют за счет его органических соединений, которые в результате минерализации трансформируются в доступную для них форму. При этом образуются и нитраты, которых всегда больше у почв с большим содержанием гумуса.

В органическом веществе почвы аккумулировано большое

количество фосфора. Доля органически связанных фосфатов в зависимости от типа почвы может колебаться от 20 до 70 % от валового содержания фосфора. И чем больше содержится в почве гумуса, тем выше значение данного показателя.

На высокогумусных почвах растения более эффективно используют элементы питания и из минеральных удобрений. Это объясняется в первую очередь большой ролью гумусовых веществ в формировании многих свойств почвы. Например, гумус является, одним из главных факторов, благоприятно влияющих на водные и воздушные свойства почвы.

Органическое вещество обладает по сравнению минеральным гораздо большей водоудерживающей способностью. Поэтому почвы с высоким содержанием гумуса имеют, как правило, более благоприятный водный режим, более высокую гигроскопичность и влагоемкость, выделяются лучшими запасами продуктивной влаги.

Все это особенно актуально для легких почв, отличающихся повышенной водопроницаемостью и низкой водоудерживающей способностью. Применяя на этих почвах высокие дозы органических удобрений можно существенно повысить их гумусированность, а соответственно и запасы влаги в пахотном горизонте.

Органическая часть почвы при увлажнении сильно набухает. Однако из-за хорошего структурного состояния почв с высоким содержанием гумуса, растения на них в период обильных осадков не страдают от недостатка воздуха. Тем не менее, в условиях засухи многогумусные почвы претерпевают сильную усадку. При этом могут образовываться трещины, разрывающие корневую систему растений и увеличивающие испарение воды из почвы.

По мере увеличения содержания гумуса возрастает удельная поверхность почвы, снижается плотности твердой фазы, уменьшается плотность сложения почвы, становится меньше равновесная плотность. Все это очень важно учитывать при подборе участков для минимальной обработки почвы. Есть все основания предполагать, что при высоком содержании гумуса в пахотном горизонте значения его равновесной плотности не будут превышать оптимальные показатели. В этом направлении необходимы дополнительные исследования, особенно на почвах различного гранулометрического состава.

Гумусовые вещества являются одним из факторов, благодаря которому обособленные минеральные частицы связываются в пористые

рассыпчатые комочки, устойчивые против размывающего действия воды. Это в значительной степени повышает способность почвы поглощать и задерживать влагу, а также оказывает решающее воздействие на ее воздухопроницаемость.

От содержания гумуса в почве зависит количество водопрочных агрегатов. Благодаря хорошей структуре почвы с высоким содержанием органического вещества отличаются лучшей пористостью, имеют больший объем пор занятых воздухом и соответственно более высокую водопроницаемость.

Почвы с высоким содержанием органического вещества легче обрабатываются.

Довольно велика роль гумуса в формировании теплового режима почв. Почвы с его высоким содержанием имеют более темный, иногда даже черный цвет. Они значительно меньше, чем малогумусные отражают солнечную энергию и поэтому прогреваются до более высокой температуры.

Многие свойства почвы зависят от химических особенностей гумуса. Установлено, что в результате гумификации в молекулах гумусовых веществ появляются группировки, которые обладают свойствами слабых кислот. Эти группы способны диссоциировать, высвобождая как катионы водорода, так и отрицательно заряженные ионы (анионы). Последние, взаимодействуя ионами металлов, образуют так называемые комплексы, многие из которых имеют высокую прочность. Видимо поэтому в почвах с высоким содержанием гуминовых кислот количество ионов металлов, удерживаемых в комплексах, превышает их концентрацию в почвенном растворе, что в конечном итоге снижает их накопление в растениях.

Все это говорит о том, что гуминовые кислоты являются эффективным геохимическим барьером, с помощью которого ограничивается подвижность ионов металлов в почве. Именно поэтому в почвах богатых гумусом меньше проявляется токсичное действие загрязняющих веществ, значительно ослабляются негативные последствия химического загрязнения. В конечном итоге гумус обеспечивает частичную защиту человека от пестицидов и тяжелых металлов и даже радионуклидов.

Большинство фульватных комплексов растворяются в воде. При промывании почв атмосферными осадками они выносятся в реки. Из-за чего в природных водах их содержание может в несколько раз

превышать концентрацию микрокомпонентов и приближаться к концентрации таких неорганических макрокомпонентов как ионов калия, натрия, магния, кальция, и др.

Благодаря растворимости фульватных комплексов в воде подзолистые и дерново-подзолистые почвы таежно-лесной зоны отличаются повышенной миграцией многих химических элементов, что в первую очередь находит свое выражение в формировании их эллювиально-иллювиального профиля.

Гумусированность почвы существенно влияет и на накопление в ней микроэлементов. С увеличением содержания в почве гумуса растет в ней валовое содержание меди, молибдена и цинка.

В почве органическое вещество выступает в качестве сорбента и отличается высокой сорбционной способностью. Оно поглощает практически все тяжелые металлы и гербициды. Именно поэтому растениеводческая продукция, полученная на почвах с высоким содержанием гумуса, с экологической точки зрения является более чистой. К сожалению, сорбционные возможности органического вещества ограничены и снижаются по мере увеличения антропогенной нагрузки.

Гуматы тяжелых металлов очень устойчивы к гидролизу и поэтому тяжелые металлы, входящие в их состав, растениями практически не усваиваются. Связывание тяжелых металлов в почве и предохранение всего живого на Земле от их токсического воздействия, в том числе от тяжелых радионуклидов является главным экологическим свойством гумуса. Это защитное свойство столь же важно для всего живого, как и защитное свойство озонового слоя вокруг Земли.

Чем больше накапливается в почве гумуса, тем больше его аккумулируется органоминеральным комплексом и тем интенсивнее протекают в почве различные сорбционные процессы. Так, например, еще основоположник коллоидной химии почв К.К. Гедройц указывал, что физико-химическая поглотительная способность почвы гораздо больше зависит от особенностей гелеобразных гумусовых пленок, покрывающих глинистые минералы, чем от структуры самих минералов.

От содержания органического вещества в значительной степени зависит количество микроорганизмов в почве. При определенных условиях их суммарное число в 1 г почвы может достигать 3-х миллиардов, а их общая масса в пахотном горизонте – 1,5 кг/м<sup>2</sup>. В результате жизнедеятельности этих организмов происходит трансформация органического вещества. Микроорганизмы выделяют

во внешнюю среду различные кислоты, ферменты, полисахариды, фенольные соединения. Эти вещества взаимодействуют с почвой, переводя одни элементы в более доступные для растений формы, вовлекая их тем самым в биологический круговорот веществ, а другие, выводя из него, закрепляя в недоступной для растений форме. При этом в почве под влиянием микроорганизмов накапливается большое количество биологически активных веществ. Некоторые микроорганизмы способны усваивать азот атмосферы и оставлять после своего отмирания его связанные соединения.

Какое бы свойство почвы мы не взяли, оно в той или иной степени будет зависеть от содержания гумуса. Именно поэтому между содержанием в почве гумуса и урожайностью сельскохозяйственных растений выявлена положительная зависимость.

Существует оптимальный уровень содержания гумуса в почве, при котором обеспечивается наиболее высокая урожайность сельскохозяйственных культур и наибольшая эффективность удобрений. По данным РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси» для дерново-подзолистых почв оптимальное содержание гумуса находится в пределах от 2,0 до 3,2 % и во многом определяется их гранулометрическим составом (табл. 19).

Таблица 19. Интервалы оптимального содержания гумуса для дерново-подзолистых почв

| Гранулометрический состав почвы       | Оптимальное содержание гумуса, % |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| Дерново-подзолистые почвы:            |                                  |
| песчаные                              | 2,0–2,4                          |
| рыхлосупесчаные                       | 2,2–2,6                          |
| связносупесчаные                      | 2,4–2,8                          |
| легко- и среднесуглинистые            | 2,6–3,0                          |
| тяжелосуглинистые и глинистые         | 2,8–3,2                          |
| Минеральные почвы сенокосов и пастбищ | 3,5–4,0                          |

К сожалению, начиная с 2001 г. гумусированность пахотных горизонтов дерново-подзолистых почв не растет, в отдельных хозяйствах постепенно снижается. В последние годы средневзвешенное значение содержания в почве гумуса приблизилось к 2,23 %. Это снижение пока незначительное и обусловлено в первую очередь

сокращением объемов применения органических удобрений, а также уменьшением доли многолетних трав в структуре севооборотов.

Уменьшение запасов гумуса в почве говорит о несбалансированности интенсификации растениеводства, что может привести к деградации почвенного плодородия, значительному снижению урожайности возделываемых культур. Чтобы избежать деградации почв дозы органических удобрений должны быть сбалансированы и обеспечивать бездефицитный, а на почвах с низким содержанием гумуса – положительный баланс.

**Определение баланса гумуса.** Баланс гумуса – это соотношение между количеством гумуса, которое ежегодно образуется в почве в результате гумификации органических остатков и его количеством, которое теряется в результате минерализации, вымывания и эрозии. Иными словами, это математическое выражение круговорота гумусовых веществ в земледелии.

Приходная статья баланса гумуса определяется количеством свежего органического вещества, остающегося в почве после уборки сельскохозяйственных культур, а также уровнем применения органических удобрений.

Расходная статья баланса гумуса зависит от:

- особенностей возделываемой культуры – под пропашными культурами минерализация гумуса идет значительно интенсивнее, чем под культурами сплошного сева;
- гранулометрического состава почвы – чем легче по грансоставу почва, тем минерализация гумуса идет более интенсивно;
- содержания и запасов гумуса в почве – чем больше в пахотном горизонте содержится гумуса, тем больше его потери;
- биологической активности почвы – с увеличением биологической активности почвы возрастает интенсивность минерализации гумуса.

Если приходная статья баланса гумуса больше, чем его расходная часть, то баланс считается положительным. В этом случае происходит увеличение содержания гумуса в почве. Если больше расходная статья – баланс отрицательный. Постоянный отрицательный баланс ведет к снижению запасов гумуса в почве, а соответственно к деградации почвенного плодородия.

На почвах с содержанием гумуса меньше оптимального значения необходимо стремиться, чтобы его баланс был положительным. Это можно добиться внесением дополнительных доз органических

удобрений, а также увеличением в структуре севооборотов доли многолетних трав.

При оптимальном содержании в почве гумуса, или более высоком его значении дозы органических удобрений должны обеспечивать бездефицитный баланс.

**Определение баланса гумуса по его фактическому содержанию в почве.** Этот метод является наиболее точным. При расчете баланса гумуса данным методом рассчитываются и сопоставляются фактические запасы гумуса в пахотном горизонте почвы в начале и в конце определенного периода (например, в начале и в конце ротации севооборота). Для этого используется формула

$$B_r(\pm) = (G_2 - G_1) \times h \times d_v,$$

где  $B_r(\pm)$  – баланс гумуса, т/га;  $G_2$  и  $G_1$  – содержание гумуса в почве в начале и в конце ротации севооборота, %;  $h$  – мощность пахотного горизонта, см;  $d_v$  – плотность сложения почвы, г/см<sup>3</sup>.

**Определение баланса гумуса расчетным методом.** В основу этого метода положено сопоставление приходной и расходной статей баланса гумуса:

$$B_r(\pm) = П - Р,$$

где  $B_r(\pm)$  – баланс гумуса, кг/га;  $П$  – приходная статья баланса гумуса, кг/га;  $Р$  – расходная статья баланса гумуса, кг/га.

Расходная статья баланса гумуса определяется количеством минерализовавшегося гумуса, а также количеством гумусовых веществ, которое выносится за пределы пахотного горизонта в результате нисходящего тока воды и эрозионных процессов:

$$Р = Р_{\text{мин.}} + Р_{\text{выщ.}} + Р_{\text{эр.}},$$

где  $Р_{\text{мин.}}$  – количество минерализовавшегося гумуса, кг/га;  $Р_{\text{выщ.}}$  – количество гумуса, потерянного за счет нисходящего тока воды, кг/га;  $Р_{\text{эр.}}$  – количество гумуса, потерянного за счет эрозионных процессов, кг/га.

Приходная статья баланса гумуса представлена количеством гумуса, которое образуется из:

- растительных остатков сельскохозяйственных культур;
- органических удобрений;
- отмерших семян и посадочного материала;
- почвенной фауны.

В связи с тем, что, количество органического вещества, ежегодно поступающего в почву за счет семян и посадочного материала, а также

за счет почвенной фауны практически полностью возмещает потери органического вещества, обусловленные выщелачиванием и эрозионными процессами, их при расчетах баланса гумуса в почве игнорируют. В этом случае определение баланса гумуса в почве проводится по формуле:

$$B_r(\pm) = P_{p.o.} + P_{орг.уд.} - P_{мин.},$$

где:  $B_r(\pm)$  – баланс гумуса, кг/га;  $P_{p.o.}$  – количество гумуса, образовавшегося за счет гумификации растительных остатков, кг/га;  $P_{орг.уд.}$  – количество гумуса, образовавшегося за счет гумификации органических удобрений, кг/га;  $P_{мин.}$  – количество минерализовавшегося гумуса, кг/га.

Определение количества минерализовавшегося гумуса основано на расчете баланса азота в почве. Объясняется это в первую очередь тем, что основная часть азота почвы (98 % и более) сосредоточена в органическом веществе. При этом азотное питание растений происходит в основном за счет его минерализации. Даже при полном обеспечении растений минеральным азотом значительная часть их урожая формируется за счет азота почвы. Принято считать, что при внесении, как невысоких доз минеральных удобрений, так и более высоких доз (равных или превышающих его вынос с урожаем основной и побочной продукцией) 50 % вынесенного растениями азота имеет почвенное происхождение.

Если применяются минеральные удобрения совместно с органическими удобрениями, то на долю азота урожая, поступившего из туков, приходится 50 %, из органических удобрений и из почвы соответственно по 25 %.

При возделывании бобовых и зернобобовых культур в чистом виде или в смеси со злаковыми растениями часть азота, накопленного в урожае, благодаря фиксации клубеньковыми бактериями усваивается из атмосферы.

Считается, что удовлетворение потребности в азоте многолетних бобовых трав за счет азота атмосферы составляет 70 %, зернобобовых культур – 50 %, однолетних бобово-злаковых смесей – 35 % от общего выноса.

Для определения выноса азота из почвы бобовыми культурами используется формула:

$$N = N_{общ.} - (N_{общ.} \cdot K_f),$$

где: N – вынос азота из почвы бобовой культурой, кг/га; N<sub>общ.</sub> – общее количество азота, выносимое бобовой культурой с урожаем основной и побочной продукции, кг/га; K<sub>ф</sub> – коэффициент азотофиксация (отношение количества фиксированного из атмосферы азота к его общему количеству, выносимому с урожаем).

Коэффициенты азотофиксация наиболее распространенных бобовых культур представлены в табл. 20.

Таблица 20. Коэффициенты азотофиксация некоторых бобовых культур (Е.П. Трепачев, 1979)

| Культуры                                   | Коэффициенты азотофиксация |          |           |
|--------------------------------------------|----------------------------|----------|-----------|
|                                            | минимум                    | максимум | в среднем |
| Клевер 2-го года (сено)                    | 0,65                       | 0,85     | 0,75      |
| Люцерна 2–3 года (сено)                    | 0,60                       | 0,85     | 0,72      |
| Эспарцет (сено)                            | 0,60                       | 0,75     | 0,67      |
| Однолетние бобовые на сено и зеленую массу | 0,50                       | 0,70     | 0,60      |
| Зернобобовые на зерно (кроме люпина)       | 0,40                       | 0,65     | 0,55      |
| Люпин и сераделла на корм и сено           | 0,70                       | 0,90     | 0,80      |
| Люпин на зерно                             | 0,70                       | 0,87     | 0,80      |
| Бобово-злаковые смеси                      | 0,30                       | 0,40     | 0,35      |

Их значение зависит от биологических особенностей бобовой культуры, а также от ее урожайности. Чем выше урожайность возделываемой бобовой культуры, тем больше коэффициент азотофиксация.

Многочисленными исследованиями установлено, что в гумусе в среднем содержится 5 % азота. Именно поэтому считается, что вынос с урожаем 50 кг азота сопровождается потерей из почвы 1 т гумуса.

В связи с тем, что темпы минерализации гумуса зависят от особенностей возделываемых растений, для разных групп сельскохозяйственных культур ведены поправочные коэффициенты на минерализацию гумуса: для многолетних трав – 0,2; зернобобовых – 0,5; зерновых и других однолетних культур сплошного сева – 0,6; пропашных – 0,8; в среднем – 0,6.

Кроме того введены поправочные коэффициенты на минерализацию гумуса в зависимости от гранулометрического состава почвы: для суглинистых почв – 1,0; супесчаных – 1,4; песчаных – 1,8.

Если баланс гумуса рассчитывается под отдельной культурой, возделываемой на разных по гранулометрическому составу почвах, или

за ротацию севооборота, культуры которого также размещаются на почвах разного гранулометрического состава, то в расчетах необходимо использовать средневзвешенное значение поправочных коэффициентов.

При возделывании небобовых культур количество минерализовавшегося гумуса можно определить по формуле:

$$P = Y \times N_v \times K_m \times \Pi_{k.m} \times 20/10,$$

где  $P$  – минерализовалось гумуса, кг/га;  $Y$  – урожайность возделываемой культуры, т/га;  $N_v$  – вынос азота с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции, кг;  $K_m$  – коэффициент минерализации гумуса с поправкой на культуру;  $\Pi_{k.m}$  – поправочный коэффициент на минерализацию гумуса в зависимости от гранулометрического состава почвы; 20 – коэффициент пересчета азота в гумус, с учетом того, что в составе гумуса в среднем содержится 5 % азота; 10 – коэффициент для перерасчета урожайности в т/га.

При расчете расходной статьи баланса гумуса под бобовыми культурами используют формулу:

$$P = Y \times N_v \times K_m \times K_{\phi} \times \Pi_{k.m} \times 20/10,$$

где  $K_{\phi}$  – коэффициент на фиксацию азота атмосферы (многолетние бобовые травы – 0,3, зернобобовые и однолетние бобовые культуры – 0,5, однолетние бобово-злаковые смеси – 0,75).

В тех случаях, когда расчет баланса гумуса проводится на эродированных почвах необходимо учитывать потери гумуса в результате эрозии. При этом считается, что на сильно смытых почвах ежегодные потери гумуса составляют в среднем 0,3 т/га, на средне смытых – 0,15 т/га, на слабо смытых почвах – 0,03 т/га.

Основным, а во многих случаях почти единственным источником пополнения в почве гумусовых веществ являются растительные остатки сельскохозяйственных культур. Они подразделяются на пожнивные, листостебельные и корневые. К пожнивным остаткам относятся надземные части растений, остающиеся на поле после уборки. Их масса изменяется в широких пределах и зависит от возделываемой культуры, ее урожайности и особенностей уборки.

Листостебельные части растений включают неубранные остатки клубней, корнеплодов, луковиц, корневые шейки трав, корневища и др. Располагаются они, как правило, в пахотном горизонте.

Корневые остатки представлены корнями растений и их выделениями. На их долю приходится большая часть органической массы,

остающейся в поле после уборки. Их основное количество так же расположено в верхнем слое почвы. При этом корни проникают, например, у зерновых культур, на глубину до 130 см, обогащая органическим веществом не только пахотный горизонт, но и нижележащие слои почвы. Часть корней может отмирать и разлагаться при жизни растений. Вместе с корневыми выделениями эта часть достигает 30 % от массы корней во время уборки. К сожалению ее, очень трудно учесть и поэтому она при балансовых расчетах гумуса игнорируется.

Роль растительных остатков в формировании приходной части баланса гумуса неравнозначна и зависит не только от вида возделываемой культуры, но и от ее урожайности. Чем больше урожайность, тем больше масса растительных остатков, однако при этом их доля в составе биомассы растений снижается. Это в первую очередь объясняется тем, что под влиянием удобрений надземная часть растений растет быстрее, чем их корневая система.

На основании обобщения большого количества экспериментального материала учеными были разработаны коэффициенты для определения массы послеуборочных остатков сельскохозяйственных культур по величине их урожайности (прилож. 15). Эти коэффициенты широко используются при расчетах баланса гумуса.

Гумификация послеуборочных остатков происходит с различной скоростью. Поэтому при расчетах приходной статьи баланса гумуса учитывают, какая часть растительных остатков трансформируется в гумус. Для этого предложены коэффициенты гумификации ( $K_{гум.}$ ), которые в среднем равны:

- для многолетних трав – 0,21;
- для зерновых культур, гречихи, зернобобовых, рапса (семена), льна (волокно) и райграса однолетнего (зел. масса) – 0,18;
- люпина (зел. масса) – 0,15;
- однолетних бобово-злаковых травосмесей (зел. масса) – 0,14;
- кукурузы (зел. масса), крестоцветных (зел. масса), озимых зерновых (зел. масса) – 0,13;
- сахарной свеклы, кормовых корнеплодов – 0,10;
- картофеля, овощей – 0,8;
- соломы на удобрение – 0,25.

Для того чтобы определить сколько гумуса будет образовано из растительных остатков следует воспользоваться формулой;

$$П_{р.о} = У \times K_{п.к.} \times K_{г.п.к.} \times П_{кг} \times 100,$$

где:  $P_{p.o.}$  – количество гумуса, образовавшегося за счет гумификации растительных остатков, кг/га;  $У$  – урожайность возделываемой культуры, ц/га;  $K_{пк}$  – коэффициент выхода корневых и пожнивных остатков;  $K_{г.п.к.}$  – коэффициент гумификации корневых и пожнивных остатков;  $P_{кг}$  – поправочный коэффициент на гумификацию в зависимости от гранулометрического состава почвы.

В условиях сельскохозяйственного производства одним из основных факторов, с помощью которого удастся поддерживать положительный баланс гумуса в почве, являются органические удобрения. Имеется множество примеров, говорящих о том, что длительное возделывание полевых культур без их применения приводит к значительному снижению содержания гумуса в почве. При этом его запасы переходят в устойчивое состояние при уровне на 20 % ниже первоначального. Отказ от применения органических удобрений особенно при возделывании пропашных культур приводит в почве к глубоким негативным изменениям. При этом не только существенно снижаются запасы гумуса, но и в его составе возрастает доля фульвокислот, становится более узким соотношение  $C_{гк} : S_{гк}$ .

Именно поэтому одним из наиболее эффективных приемов, способствующих накоплению гумуса в почве и обеспечивающих его бездефицитный баланс, является систематическое применение органических удобрений. Особенно важно вносить органические удобрения на дерново-подзолистых почвах, отличающихся низким потенциальным плодородием. На этих почвах при внесении достаточно высоких норм органических удобрений можно добиться не только бездефицитного, но и положительного баланса гумуса.

В среднем из 1 т органических удобрений (соломистый навоз КРС) влажностью 75 % в дерново-подзолистых суглинистых почвах образуется 50 кг гумуса, в супесчаных – 40 и в песчаных 30 кг гумуса. При внесении других видов органических удобрений стандартной влажности их рекомендуется переводить в условный навоз по следующим коэффициентам:

- все виды подстилочного навоза, торфонавозные и сборные компосты – 1,0;
- полужидкий бесподстилочный – 0,5;
- жидкий навоз – 0,2;
- навозные стоки – 0,06;
- куриный помет – 1,7;

- подстилочный помет – 2,0;
- торфопометный компост – 1,3;
- сапропелевые удобрения органического типа – 0,5;
- сапропелевые удобрения смешанного типа – 0,3;
- солома зерновых, крупяных и крестоцветных культур – 3,5(с учетом дополнительного внесения азота);
- солома зернобобовых культур и кукурузы – 3,8 (с учетом дополнительного внесения азота);
- ботва – 0,5.

Отавная форма зеленого удобрения с учетом запашки пожнивных и корневых остатков эквивалентна 4 т/га навоза, полная форма зеленого удобрения при урожайности сидератов 150–250 ц/га – 15 т/га, 250–350 ц/га – 20 т/га навоза.

Коэффициенты перевода в условный навоз учитывают содержание органического вещества в удобрении, количество и доступность основных элементов питания, соотношение между углеродом и азотом, что определяет процессы гумификации и питания растений, действие и последствие органических удобрений в севообороте.

Общее количество соломы или ботвы, используемое для заделки на удобрение, определяется по валовому сбору товарной продукции, умноженному на соответствующий коэффициент.

Соотношение *основная продукция: побочная продукция* зависит от видового и сортового состава культур, урожайности, почвенных и погодных особенностей, условий питания и др. и может изменяться в значительных пределах.

По результатам обобщения полевых опытов и анализа производственных результатов приняты следующие коэффициенты пересчета зерна и семян в солому, корне- и клубнеплодов – в ботву:

- озимые зерновые, зернобобовые культуры, кукуруза, просо – 1,2;
- яровые зерновые культуры и гречиха – 1,0;
- рапс и другие крестоцветные культуры – 3,0;
- сахарная свекла – 0,5;
- картофель – 0,2;
- кормовые корнеплоды – 0,25.

*Общий приход (синтез) гумуса* можно рассчитать по формуле:

$$\Pi = (У \times К_{пк} \times К_{гпк} \times П_{кг} \times 100) + (Д_о \times К_{ун} \times К_{го}) / 1000,$$

где П – общий приход гумуса, кг/га; У – урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га; Кпк – коэффициент выхода корневых и пожнивных остатков; Кгпк – коэффициент гумификации корневых и пожнивных остатков; Пкг – поправочный коэффициент на гумификацию в зависимости от гранулометрического состава почвы (для суглинистых почв Пкг равен 1,10, для супесчаных – 1,0, для песчаных – 0,8); До – доза органических удобрений, т/га; Кун – коэффициент перевода в условный навоз; Кго – коэффициент, отражающий образование гумуса из 1 т условного навоза, кг; 100 – коэффициент перевода урожайности в кг/га. Расчет баланса гумуса в форме таблицы 21.

Таблица 21. Баланс гумуса в почве

| Культура | Урожайность, ц/га | Вынос азота с уро-<br>жаем, кг/га |                                  |             | Минерализация гу-<br>муса, кг/га |                  |                                                | Количество новообра-<br>зованного гумуса,<br>кг/га |                                             |       | Баланс<br>гу-<br>муса,<br>кг/га<br>(+/-) |
|----------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------|----------------------------------|------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------|------------------------------------------|
|          |                   | всего                             | в том числе                      |             | без по-<br>пра-<br>вок           | С поправкой      |                                                | из рас-<br>титель-<br>ных<br>остат-<br>ков         | из орга-<br>ниче-<br>ских<br>удобре-<br>ний | всего |                                          |
|          |                   |                                   | фиксиро-<br>ванный из<br>воздуха | из<br>почвы |                                  | на куль-<br>туру | на гра-<br>нуло-<br>метри-<br>ческий<br>состав |                                                    |                                             |       |                                          |
|          |                   |                                   |                                  |             |                                  |                  |                                                |                                                    |                                             |       |                                          |

### 3. МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ.

#### 3.1. Методика определения влажности почвы в полевых условиях

Влажность почвы в полевых условиях можно определить органолептически. Этот метод менее точный по сравнению с весовым, но он дает возможность ориентировочно устанавливать начало обработки почвы в весенний период.

1. Почва *мокрая* – при сжатии комка почвы в руке вода сочится сквозь пальцы.

2. Почва *сырая* – при сжатии комка почвы вода не сочится сквозь пальцы, ладонь увлажняется, почва легко деформируется, при падении с высоты 1 м комок почвы не распадается на комочки.

3. Почва *влажная* – приложенный лист фильтровальной бумаги промокает, при падении с высоты 1 м комок почвы распадается на мелкие комочки.

4. Почва *свежая* – на ощупь прохладная, при падении с высоты 1 м комок почвы распадается на крупные комки, к рукам не прилипает, при растирании в пальцах не пылит.

5. Почва *сухая* – при растирании пылит.

Для быстрого определения влажности почвы можно использовать полевой влагомер типа PCE-SMM 1 (рис. 5).



Рис. 5. Полевой влагомер

Прибор может сохранять полученные максимальное и минимальное значения, а также фиксировать на дисплее последнее значение.

*Технические характеристики:* диапазон измерений 0–50 %, разрешение 0,1 %, точность  $\pm 5$  % от диапазона, частота измерений 0,8 с, условия эксплуатации при температуре 0–50 °С.

*Порядок определения:*

1. Включить прибор, нажав кнопку POWER.
2. Поместить зонд в исследуемый грунт. Зонд должен находиться на глубине не менее 10 см от поверхности.
3. Чтобы во время проведения измерений удерживать на дисплее текущее значение, нажать кнопку HOLD, для выхода из этого режима нажать кнопку HOLD повторно, на дисплее будет показано текущее значение.

### **3.2. Методика определения уплотнения почвы в полевых условиях**

Уплотнение почвы возможно при любом типе почвы. При вспашке и обработке почвы колеса тяжелой сельскохозяйственной техники давят на ее поверхность. При постоянном давлении частицы почвы плотнее прилегают друг к другу и заполняют воздушные промежутки, образуя в местах движения техники мощное уплотнение почвы – плужную подошву. Уплотнения препятствуют поступлению влаги и нормальному развитию корневой системы сельскохозяйственных культур. Одни типы почв подвержены риску возникновения уплотнений в большей степени, чем другие. При движении техники по поверхности уплотненный слой почвы будет постоянно увеличиваться.

Обработка уплотненной почвы требует больших усилий, временных и денежных затрат.

Плужная подошва препятствует проникновению влаги в глубокие слои почвы. Отсутствие влаги замедляет рост растений и снижает урожайность, особенно в засушливые периоды. Застой влаги в поверхностном слое почвы затрудняет обработку полей весной и осенью.

В уплотненных почвах происходит быстрое вымывание минеральных удобрений или накапливается их высокая концентрация.

Вследствие быстрого вымывания растения не успевают впитывать минеральные удобрения. Высокая концентрация удобрений в

уплотненной почве вызывает отравление растений. В обоих случаях урожайность заметно снижается.

Плотномер почвы (рис. 6), или пенетрометр, – это прибор, измеряющий плотность (сопротивление почвы при введении его в почву).



Рис. 6. Плотномер

*Технические характеристики:* плотномер поставляется в комплекте с двумя наконечниками: диаметром  $\frac{1}{2}$  дюйма (1,27 см, маленький наконечник) для проведения измерений плотности в твердом грунте и диаметром  $\frac{3}{4}$  дюйма (1,91 см, большой наконечник) для проведения измерений плотности в мягком грунте. На циферблате плотномера (рис. 7) для каждого наконечника имеется своя шкала. Шкала основывается на единице измерения Psi – фунт на квадратный дюйм.

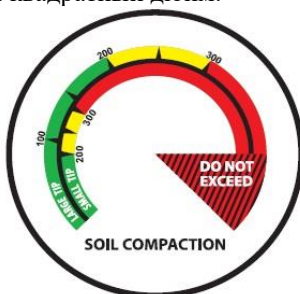


Рис. 6. Циферблат плотномера

Цвет сегмента на циферблате показывает значение плотности:  
зеленый сегмент (соответствует 0–14 кг/см<sup>2</sup>) – благоприятные условия произрастания;

желтый сегмент (соответствует 14–21 кг/см<sup>2</sup>) – приемлемые условия произрастания;

красный сегмент (соответствует 21 кг/см<sup>2</sup> и более) – неблагоприятные условия.

*Порядок определения:*

1. Ослабить винт защитного зажима на щупе и опустить зажим на расстояние как минимум 1 дюйм (2,54 см) от пластикового корпуса.

2. В комплект плотномера входят два наконечника. Наконечники вкручены в корпус плотномера. Чтобы снять наконечник, следует открутить его.

3. Установить плотномер наконечником вниз строго перпендикулярно к поверхности почвы. Медленно надавить щуп плотномера для введения его в почву.

4. На щуп плотномера нанесены отметки глубины. Зафиксировать показания плотномера на глубинах 3 дюйма (7,62 см); 6 (15,24); 9 (22,86); 12 (30,48); 15 (38,10) и 18 дюймов (45,72 см) (обязательно выбирать шкалу на циферблате в соответствии с используемым наконечником).

5. При обнаружении плужной подошвы чувствуется, что усилие, необходимое для введения плотномера в почву, увеличилось, и стрелка индикатора постепенно перемещается в красный сегмент циферблата. После окончания слоя уплотнения стрелка индикатора вернется в желтый или зеленый сегмент. Следует зафиксировать глубину начала и окончания уплотненного слоя. Для получения достоверного результата необходимо провести несколько измерений.

***Оптимальная плотность почвы для сельскохозяйственных культур.*** Плотность является первичным и определяющим фактором всей физики почв. С ней непосредственно связаны водный, тепловой и воздушный режимы в почве. Каждая сельскохозяйственная культура предъявляет свои требования к плотности почвы, которые меняются в течение всего вегетационного периода. Придание почве оптимальной плотности составляет важную задачу земледелия. Плотность является величиной переменной и претерпевает изменения в процессе окультуривания почв. На нее оказывают влияние: способ обработки почвы,

гранулометрический состав, применение удобрений и даже в какой-то мере возделываемая культура.

После глубокого рыхления, как правило, плотность почвы сильно снижается. Однако в дальнейшем под влиянием выпадающих осадков, силы тяжести почвенных частиц, под воздействием почвообрабатывающих машин и орудий она увеличивается и достигает определенной постоянной величины. Такое состояние называется равновесной плотностью. Если она выше оптимальной для культуры, посев которой планируется, то почву необходимо рыхлить, если ниже – уплотнять. Наилучшие условия для возделывания культур достигаются, когда значения оптимальной и равновесной плотности почвы совпадают. Задачей земледелия является разработка путей оптимизации плотности пахотного слоя почв. Пахотный слой считается рыхлым, если плотность не превышает 1,15, плотным – 1,15–1,35 и очень плотным – выше 1,35 г/см<sup>3</sup> (табл. 22).

**Таблица 22. Оптимальная плотность почвы для сельскохозяйственных культур, г/см<sup>3</sup> (Г. И. Баздырев, 2013)**

| Культуры        | Оптимальные значения плотности |
|-----------------|--------------------------------|
| Горох           | 1,0–1,20                       |
| Гречиха         | 1,1–1,20                       |
| Картофель       | 1,0–1,10                       |
| Клевер          | 1,2–1,40                       |
| Кукуруза        | 1,2–1,30                       |
| Лен             | 1,1–1,30                       |
| Люцерна         | 1,1–1,38                       |
| Овес            | 1,0–1,10                       |
| Озимая пшеница  | 1,19–1,3                       |
| Озимый рапс     | 1,1–1,20                       |
| Озимый ячмень   | 1,1–1,29                       |
| Подсолнечник    | 1,2–1,33                       |
| Просо           | 1,1–1,30                       |
| Сахарная свекла | 1,1–1,20                       |
| Сорго           | 1,18–1,40                      |
| Соя             | 1,15–1,30                      |
| Эспарцет        | 1,19–1,39                      |
| Яровая пшеница  | 1,1–1,30                       |
| Яровой ячмень   | 1,1–1,29                       |

### **3.3. Агротехнические требования к проведению основных приемов обработки почвы. Методика определения качества обработки почвы.**

Одним из условий получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур является качество обработки почвы. Качество ее зависит от конструкции и регулировки используемых машин и орудий, времени проведения, выравнинности и засоренности полей, скорости обработки, технологических свойств почв, квалификации механизаторов. Недоброкачественно выполненные работы влекут за собой недобор урожая, снижение качества сельскохозяйственной продукции и повышение ее себестоимости, снижению производительности труда. Поэтому необходимо знать агротехнические требования к проведению полевых работ и неукоснительно их выполнять.

Качество обработки почвы определяется степенью соответствия основных ее показателей заданным агротехнологическим требованиям применительно к почвенно-климатическим условиям конкретного поля.

**Лушение стерни и дискование почвы.** *Агротехнические требования.* Лушение стерни проводят после уборки сельскохозяйственных культур, но не позднее пяти дней после нее.

Глубина лушения дисковым луцильником или дисковыми бородами в зависимости от степени засоренности сорняками составляет 8–12 см, а для лемешных до 16 см. Допустимое отклонение от заданной средней глубины обработки не должно превышать  $\pm 2$ –3 см.

Все сорняки должны быть подрезаны. Рыхление обрабатываемого слоя равномерное с хорошим перемешиванием почвы с пожнивными остатками и их заделкой.

Поверхность поля должна быть хорошо выровненной, гребни высотой более 5 см, комки более 5 см в поперечнике не допускаются. Поворотные полосы непременно обрабатываются. Огрехи не допускаются.

**Определение качества.** Глубину рыхления почвы определяют с помощью специального глубиномера или линейки и планки. При этом на выровненной площади поля измеряют расстояние от поверхности почвы до необработанного слоя с учетом рыхлости почвы: (20 %). Замеры делают по диагонали в десяти местах поля.

Гребнистость определяют с помощью линейки и планки как расстояние от дна борозды до нижней грани планки, положенной на

поверхность обработанного поля. Делают десять-пятнадцать замеров по диагонали поля.

Наличие огрехов и степень подрезания сорняков определяют визуально (табл. 23)

**Таблица 23. Оценка качества лущения стерни и дискования почвы после трав**

| Отклонение качественных показателей работы от агротехнологических требований                                                  | Оценка (коэффициент) качества работы |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Полное соответствие всех показателей работы агротехнологическим требованиям                                                   | 1,0                                  |
| Свальные гребни и развальные борозды превышают глубину рыхления (при соответствии остальных показателей)                      | 0,9                                  |
| Уменьшение средней глубины рыхления на 3 см от заданной (при соответствии других показателей агротехнологическим требованиям) | 0,8                                  |
| Наличие огрехов, неполное подрезание сорняков                                                                                 | Брак (поле следует доработать)       |

***Вспашка. Агротехнические требования.***

Вспашка почвы под озимые культуры должна проводиться не позже, чем за две недели до их посева. Зяблевую вспашку осуществляют после лущения почвы при массовом появлении всходов малолетних сорняков, «шилец» пырея, образовании розеток у корнеотпрысковых сорняков. Лучшим сроком зяблевой вспашки считается августовская и сентябрьская. После зерновых, зернобобовых, льна, многолетних трав зяблевая вспашка должна быть закончена до 1 октября.

Глубина вспашки должна соответствовать заданной и одинаковой по всему полю. Отклонение средней глубины пахоты от заданной на выровненных полях допускается не более  $\pm 1$  см, на участках с неровным рельефом – не более  $\pm 2$  см. Глубина вспашки под свальным гребнем должна быть не меньше половины заданной.

Оборот пласта должен быть полным, пожнивные остатки, сорняки и удобрения полностью заделаны, пласт разрушен на мелкие комки и уложен без пустот. Количество комков крупнее 6 см (глыбистость) по площади поля не более 20 %.

Вспашка должна быть прямолинейной, отклонения в ту или другую сторону по длине гона 100 м не более 10 см. Направление вспашки, как правило, выбирают перпендикулярно к направлению предыдущей вспашки, а на склоне – поперек его.

Гребни и борозды должны быть однородными по форме и величине и находиться на одинаковом расстоянии друг от друга, гребнистость пашни – не более 6 см, высота свальных гребней и глубина развальных борозд – не более 7 см.

Наличие разрывов между смежными проходами плуга, а также скрытых огрехов, т. е. не пропаханных участков, не допускается. После вспашки загонов поворотные полосы или края поля запахивают, а свальные гребни и развальные борозды выравнивают и заделывают.

*Определение качества.* Глубину вспашки измеряют специальным глубиномером или планкой с учетом рыхлости (20 %). Измерения проводят от выровненной поверхности почвы до дна борозды в десяти местах при размере поля до 1 га, в пятнадцати местах до 10 га и в двадцати пяти местах, если более 10 га (табл. 24).

**Таблица 24. Оценка качества вспашки**

| Отклонение качественных показателей работы от агротехнологических требований                                                                                                    | Оценка (коэффициент) качества работы |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Полное соответствие агротехническим требованиям                                                                                                                                 | 1,0                                  |
| Края поля частично не опашаны (при соответствии других показателей агротребованиям)                                                                                             | 0,9                                  |
| Поле вспахано неровно, глубина меньше установленной на 3–4 см или выпахан подпочвенный слой на поверхность                                                                      | 0,8                                  |
| Поле вспахано неровно, имеются огрехи, на поверхности много не заделанной растительности и удобрений, не выровнены свальные и развальные борозды, поворотные полосы не вспаханы | Брак (поле следует доработать)       |

Гребнистость поверхности поля устанавливают с помощью линейки и планки, измеряя расстояние от дна борозды между гребнями до нижней грани планки, наложенной на поверхность пашни поперек прохода плуга. Замеры проводят по диагонали в 10–12 местах.

Глыбистость поверхности определяют с помощью линейки на площадках 0,5 м<sup>2</sup> по диагонали поля в пяти-шести местах. При этом подсчитывают количество комков и площадь, занятую комками крупнее 6 см. Высоту свальных гребней и глубину развальных борозд измеряют с помощью глубиномера или линейки и планки.

Степень заделки растительных остатков и удобрений в почву, наличие огрехов на основных загонах и поворотных полосах определяют визуально.

**Культивация. Агротехнические требования.** Глубина обработки почвы при культивации должна быть одинаковой по всей ширине агрегата ( $\pm 1$  см). Ранневесеннюю культивацию осуществляют на глубину 5–7 см, предпосевную – на глубину заделки семян. Глубина обработки должна быть одинаковой по всей ширине захвата агрегата.

Поверхность обработанного поля после прохода культиватора должна быть выровнена, высота гребней и глубина борозд взрыхленного поля – не более 4 см. Для выравнивания поверхности культиваторы агрегируют с легкими или средними бородами. Сорные растения необходимо подрезать культиваторами со стрелчатыми лапами.

Сплошную культивацию в целях выравнивания поверхности почвы следует проводить диагонально-перекрестно, под углом около  $45^\circ$  к направлению вспашки. На поле после вспашки не должно быть огрехов, перекрытие между смежными проходами – не менее 15 см.

Предпосевная культивация должна проводиться в день посева или накануне при наступлении физической спелости почвы.

5. Обработанный слой должен быть мелкокомковатым и тщательно раскрошен. Показатель крошения при подготовке почвы под яровые культуры должен быть не менее 90 %, а под озимые – не менее 80 %.

**Определение качества.** Глубину обработки почвы измеряют с помощью линейки или металлического стержня с делениями в десяти местах по диагонали поля (табл. 25).

Таблица 25. Оценка качества культивации

| Отклонение качественных показателей работы от агротехнологических требований                                                                 | Оценка (коэффициент) качества работы |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Все показатели культивации соответствуют агротехнологическим требованиям                                                                     | 1,0                                  |
| Гребнистость поля после культивации достигает 5 см (при соответствии других показателей агротехническим требованиям)                         | 0,9                                  |
| Поле обработано с отклонениями глубины рыхления до 2 см от установленной. Имеется не более одного неподрезанного сорняка на $10 \text{ м}^2$ | 0,8                                  |
| Имеются огрехи и наволоки растительных остатков на поле и поворотных полосах более чем на 3 % площади                                        | Брак (поле следует доработать)       |

Гребнистость поверхности определяют с помощью линейки и планки, длина которой равна ширине захвата культиватора, в десяти местах по диагонали поля. При этом замеряют расстояние от нижней

точки борозды между гребнями до нижней грани планки, накладываемой на поверхность обработанного поля. Подрезание сорняков должно быть полное, определяется визуально

***Предпосевная обработка почвы комбинированными агрегатами. Агротехнические требования.***

Глубина обработки почвы должна быть равномерной ( $\pm 1-2$  см).

Почва должна быть равномерно разрыхленной до глубины не менее 3–4 см. При влажности в состоянии физической спелости почвы на пашне величина комков не должна превышать 5 см, на посевах зерновых – 3 см.

Поверхность поля после обработки должна быть ровной, гребнистость – не более 3–4 см. Сорные растения следует подрезать, а корневища измельчить. Огрехи и пропуски не допускаются.

*Определение качества.* Глубину рыхления измеряют линейкой в десяти местах по диагонали поля. Глыбистость поверхности, то есть площадь под комками размером более 5 см, не должна превышать 3 %. Измеряется с помощью линейки и рамки 0,5×0,5 м. Подсчитывают количество и площадь комков размером 5 см внутри рамки.

Гребнистость поверхности определяют с помощью линейки и планки в десяти местах по диагонали. Огрехи и наволоки оцениваются визуально (табл. 26).

**Таблица 26. Оценка качества обработки комбинированными агрегатами**

| Отклонение качественных показателей работы от агротехнологических требований                               | Оценка (коэффициент) качества работы |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Все показатели обработки соответствуют агротехнологическим требованиям                                     | 1,0                                  |
| На поле остается не более одного комка почвы диаметром более 5 см на 1 м                                   | 0,9                                  |
| Имеются огрехи на площади до 3 % и более одного комка размером свыше 3 см на 1 м <sup>2</sup>              | 0,8                                  |
| Наличие огрехов и пропусков свыше 3 % всей площади или значительного количества комков размером более 5 см | Брак (поле следует доработать)       |

***Боронование почвы. Агротехнические требования.*** Боронование следует проводить при физической спелости почвы, бороновать пересохшую и переувлажненную почву не допускается. Бороны должны

равномерно рыхлить поверхность почвы на оптимальную глубину. Отклонение средней глубины рыхления от нормальной допускается не более чем на  $\pm 1$  см.

Величина комков после боронования не должна превышать 5 см при нормальной влажности почвы на пашне, на посевах зерновых – 3 см. Поверхность поля после боронования должна быть ровной, гребнистость – не более 3 см.

При довсходовом бороновании необходимо уничтожить почвенную корку, а также сорняки (85–90 % проростков и всходов). Послевсходовое боронование посевов оценивают по эффективности разрушения почвенной корки, уничтожению не менее 80 % проростков и всходов сорняков при незначительном повреждении или присыпании почвой всходов культурных растений (не более 5 %).

Посевы зерновых культур следует бороновать поперек рядков. Чтобы не было огрехов, последующие проходы агрегатов должны перекрывать предыдущие на 10–15 см.

*Определение качества.* Глубину рыхления измеряют линейкой в десяти местах по диагонали поля. Гребнистость поверхности определяют с помощью линейки и планки в десяти местах по диагонали поля. Глыбистость характеризуется размерами и количеством комков на поверхности. Комки размером 5 см не должны занимать более 20 % площади пашни. Замеры проводят в пяти-шести местах по диагонали поля. Огрехи и наволоки на пашне оцениваются визуально (табл. 27).

**Таблица 27. Оценка качества боронования**

| Отклонение качественных показателей работы от агротехнологических требований                                                                    | Оценка (коэффициент) качества работы |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Все показатели боронования соответствуют агротехнологическим требованиям                                                                        | 1,0                                  |
| Имеются небольшие огрехи и наволоки растительных остатков и почвы на площади до 3 %                                                             | 0,9                                  |
| Поверхность комковатая, разделка почвы слабая на площади до 5 %                                                                                 | 0,8                                  |
| Наличие огрехов и наволоков на площади больше 3 %, комковатая поверхность поля, комки размером более 5 см занимают больше 20 % поверхности поля | Брак (поле следует доработать)       |

***Прикатывание почвы. Агротехнические требования.***

Почва должна быть равномерно уплотнена по площади поля (тип катка и степень уплотнения определяет агроном). На почвах нормальной влажности величина комков в диаметре не превышает 5 см.

Микронеровности поля выровнены, гребнистость и другие неровности не превышают 4 см. Огрехи и пропуски не допускаются.

*Определение качества.* Глубиистость поверхности измеряется с помощью линейки и рамки 0,5×0,5 м. Подсчитывают количество и площадь комков размером более 5 см внутри рамки (табл. 28).

**Таблица 28. Оценка качества прикатывания почвы**

| Отклонение качественных показателей работы от агротехнологических требований                               | Оценка (коэффициент) качества работы |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Все показатели прикатывания соответствуют агротехнологическим требованиям                                  | 1,0                                  |
| На поле остается не более одного комка почвы диаметром больше 5 см на 1 м <sup>2</sup> пашни               | 0,9                                  |
| Имеются огрехи на площади до 3 % и более одного комка размером свыше 5 см на 1 м <sup>2</sup> пашни        | 0,8                                  |
| Наличие огрехов и пропусков свыше 3 % всей площади или значительного количества комков размером более 5 см | Брак (поле следует доработать)       |

***Посев зерновых культур. Агротехнические требования.***

Посев должен осуществляться в оптимальные для каждой культуры сроки в данном регионе. Посев должен проводиться по рыхлой (комки размером 0,25–10 мм), выровненной и осевшей до оптимальной плотности 1,1–1,3 г/см<sup>3</sup> почве.

Норма высева зависит от вида культуры, сорта, типа почвы, степени и характера засоренности, сроков и способов посева. Максимальное отклонение от заданной нормы высева семян отдельными высевающими аппаратами допускается в пределах  $\pm 3$  %, общего высева –  $\pm 4$  %.

Семена должны заделываться на одинаковую глубину. Отклонение средней глубины посева от заданной – не более  $\pm 1$  см. Незаделанные семена на поверхности почвы не допускаются.

Огрехи, образующиеся в результате увеличения стыковых междурядий, забивания семяпроводов и сошников, а также просевы и перекрытия не допускаются. Ширина междурядий должна соответствовать установленным требованиям. Отклонение ширины стыковых междурядий смежных сеялок (посев многосеялочным агрегатом) не должно превышать  $\pm 2$  см, а стыковых междурядий двух смежных проходов агрегатов – не более чем  $\pm 5$  см.

*Определение качества.* Оценка густоты стояния растений проводится с помощью рамки 0,5×0,5 м. Глубина посева, ширина

стыковых междурядий определяются с помощью линейки. Прямолинейность посева, наличие огрехов и просеивов определяются визуально (табл. 29).

Таблица 29. Оценка качества посева

| Отклонение качественных показателей работы от агротехнологических требований                    | Оценка (коэффициент) качества работы |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Все показатели посева соответствуют агротехнологическим требованиям                             | 1,0                                  |
| Посев выполнен в последние дни агротехнологических сроков, имеются незначительные огрехи до 1 % | 0,9                                  |
| Имеются огрехи на площади до 3 %                                                                | 0,8                                  |
| Наличие огрехов и пропусков свыше 3 % всей площади, несоответствие глубины и равномерности      | Брак (поле следует доработать)       |

**Междурядная обработка пропашных культур.** Агротехнические требования. Сроки междурядных культиваций определяются развитием сорной растительности (стадия «белых нитей» – появление всходов), образованием почвенной корки, обозначением рядков культурных растений. Первую междурядную культивацию для пропашных культур (кукуруза, кормовая и сахарная свекла) проводят при обозначении всходов, для картофеля – до всходов рыхление с боронованием через 5–7 дней после посадки.

Рабочие органы должны надрезать 70–100 % сорняков в междурядьях. Глубина обработки должна соответствовать заданной. Отклонение средней глубины от нормальной не должно превышать  $\pm 15$  %. Повреждение культурных растений не должно превышать 3 %, огрехи недопустимы. Ширина защитной зоны может находиться в пределах 7–25 см в зависимости от культуры и фазы развития.

**Определение качества.** Глыбистость поверхности измеряется с помощью линейки и рамки 0,5×0,5 м. Подсчитывают количество и площадь комков размером более 5 см внутри рамки. Уничтожение сорных растений, повреждение культурных растений определяется путем подсчета (табл. 30). Степень рыхления и наличие огрехов – визуально.

**Противоэрозионная обработка.** Агротехнические требования. Пожнивные растительные остатки должны быть равномерно распределены по поверхности поля и в верхнем 10 см слое почвы, обеспечивая ее хорошую водопоглотительную способность.

При средней глубине рыхления до 16 см допустимые отклонения – не более  $\pm 1$  см, а при рыхлении до 30 см – не более  $\pm 2$  см. Корни сорных растений должны быть полностью подрезаны.

**Таблица 30. Оценка качества междурядной обработки**

| Отклонение качественных показателей работы от агротехнологических требований                                                            | Оценка (коэффициент) качества работы |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Все показатели посева соответствуют агротехнологическим требованиям                                                                     | 1,0                                  |
| Глыбистость до 7 шт/м <sup>2</sup> , уничтожение сорняков менее 70 %, повреждение всходов – более 5 %, ширина защитной зоны $\pm 2$ см  | 0,9                                  |
| Глыбистость до 10 шт/м <sup>2</sup> , уничтожение сорняков менее 60 %, повреждение всходов – более 7 %, ширина защитной зоны $\pm 5$ см | 0,8                                  |
| Глыбистость более 10 шт/м <sup>2</sup> , уничтожение сорняков менее 50 %, повреждение всходов – более 10 %                              | Брак (поле следует доработать)       |

Допускается образование валиков в стыке проходов и борозд в стыке лап, но шириной не более 15 см. Разрывы в обработке почвы между смежными проходами орудий, а также огрехи и необработанные клинья не допускаются. Поворотные полосы должны быть обработаны.

На полях с уклоном более 3° почву, как правило, обрабатывают поперек склона. На сложных холмистых склонах выбранное направление движения агрегатов должно обеспечивать максимальную их производительность в данных условиях.

*Определение качества.* Глубину рыхления измеряют металлической линейкой на расстоянии 25–30 см от следа стойки лапы с учетом рыхлости почвы в десяти местах по диагонали поля (табл. 31).

Наличие огрехов и степень подрезания сорной растительности на основных гонах и поворотных полосах оцениваются визуально. Заделка растительных остатков в почву оценивается визуально.

**Таблица 31. Оценка качества противэрозионной обработки почвы**

| Отклонение качественных показателей работы от агротехнологических требований | Оценка (коэффициент) качества работы |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Все показатели посева соответствуют агротехнологическим требованиям          | 1,0                                  |
| Отклонение глубины обработки от заданной больше нормы                        | 0,9                                  |

|                                                                                                                     |                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Наблюдаются огрехи между смежными проходами длиной не более 2 м                                                     | 0,8                            |
| Имеются огрехи, поворотные полосы частично не оработаны, на поле наволоки из перемешанных почвой пожнивных остатков | Брак (поле следует доработать) |

### 3.4. Оценка проведенных приемов обработки почвы в полевых условиях

Для оценки качества обработки почвы необходимы следующие материалы и оборудование: двухметровка (полевой циркуль), бороздомер, профилометр, квадратно-метровая рамка, линейка или металлический стержень с делениями, почвенный бур, глубиномер, планка.

*Оценка качества лущения и дискования почвы.* На обработанном поле почву выравнивают и замеряют расстояние от поверхности до необработанного слоя с учетом рыхлости (20 %). Замеры делают по диагонали в пяти-десяти местах. Результаты измерений записывают в табл. 32.

Таблица 32. Глубина лущения, дискования

| Показатели      | Количество замеров |   |   |   |   |   |   |   |   |    | Среднее |
|-----------------|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---------|
| Глубина, см     | 1                  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |         |
| Отклонение, ±см |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |         |

Наличие огрехов и степень подрезания сорняков определяют визуально. Срок выполнения – после уборки. По полученным результатам оценивают качество лущения или дискования почвы.

*Оценка качества вспашки почвы.* Для измерения глубины вспашки опорную планку бороздомера устанавливают на непаханный край борозды. Подвижную планку опускают на расчищенное дно борозды. Верхний конец ее укажет на градуированной части рейки глубину борозды.

При измерении глубины мерной линейкой ее одним концом упирают в расчищенное дно борозды. Деление, находящееся на одном уровне с непаханным краем борозды покажет глубину вспашки. Для большей точности измерений пользуются второй линейкой, которую размещают горизонтально на непаханном поле так, чтобы конец его касался первой линейки. Данные измерений записывают в табл. 33.

Замеры делают по всей длине гона в 10–15 местах. О равномерности глубины вспашки судят по величине отклонения средней глубины вспашки от заданной, выраженной в абсолютных или относительных величинах.

Таблица 33. Глубина вспашки по борозде

| Показатели      | Количество замеров |   |   |   |   |   |   |   |   |    | Среднее |
|-----------------|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---------|
| Глубина, см     | 1                  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |         |
| Отклонение, ±см |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |         |

Для определения глубины вспаханного поля выравнивают поверхность почвы на небольшой площади. На выравненной площадке бороздомером или линейкой измеряют расстояние от поверхности почвы до необработанного слоя. Данные записывают в табл. 34.

Таблица 34. Глубина вспашки вспаханного поля

| Показатели                         | Корпус плуга | Количество замеров |   |   |   |   | Среднее |
|------------------------------------|--------------|--------------------|---|---|---|---|---------|
|                                    |              | 1                  | 2 | 3 | 4 | 5 |         |
| Глубина вспаханного слоя почвы, см | 1            |                    |   |   |   |   |         |
|                                    | 2            |                    |   |   |   |   |         |
|                                    | 3            |                    |   |   |   |   |         |
|                                    | 4            |                    |   |   |   |   |         |
|                                    | 5            |                    |   |   |   |   |         |
| Фактическая глубина, см            |              |                    |   |   |   |   |         |
| Отклонение, ±см                    |              |                    |   |   |   |   |         |

В результате измерений получаются несколько завышенные результаты вследствие рыхлости почвы, поэтому полученную среднюю величину глубины обработки необходимо уменьшить на 20 %, если измерения проводят на вспаханном поле в день вспашки и при отсутствии дождя, а при выпадении осадков или спустя 2–3 дня после вспашки – на 10–15 %.

На свежевспаханном поле глубину вспашки измеряют в 5 местах по диагонали участка и в каждом месте за всеми корпусами плуга. Для измерения высоты свального гребня и глубины вспашки под ним перпендикулярно направлению движения агрегата в гребень вдавливают метровую рейку так, чтобы края ее соприкасались с соседними (несвальными) гребнями. С помощью бороздомера или линейки определяют

высоту свального гребня (от вершины гребня до нижней стороны рейки) и глубину вспашки под ним (от нижней стороны рейки до дна борозды).

Глыбистость вспаханного поля определяют с помощью рамки с сеткой площадью 0,5 м<sup>2</sup>, которую накладывают на поверхность почвы по диагонали поля в 5–6 местах. На каждой площадке подсчитывают число глыб, имеющих диаметр более 5 см, данные записывают в табл. 35.

**Таблица 35. Глыбистость вспаханного поля**

| Показатели                                                          | Количество замеров |   |   |   |   | Среднее |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------|---|---|---|---|---------|
|                                                                     | 1                  | 2 | 3 | 4 | 5 |         |
| Количество глыб более 5 см <sup>2</sup> на 0,5 м <sup>2</sup> , шт. |                    |   |   |   |   |         |
| Площадь глыб на 0,5 м <sup>2</sup> , см <sup>2</sup>                |                    |   |   |   |   |         |
| Глыбистость, %                                                      |                    |   |   |   |   |         |

Вычисляют площадь глыб диаметром более 5 см<sup>2</sup> на 0,5 м<sup>2</sup>. Суммарная площадь глыб, выраженная в процентах к площади рамки, является показателем глыбистости. Глыбистость пашни оценивают по пятибалльной шкале (табл. 36).

**Таблица 36. Шкала оценки глыбистости почвы**

| Глыбистость пашни, % | Балл оценки           |
|----------------------|-----------------------|
| <10,0                | 5 (отлично)           |
| 10,0–15,0            | 4 (хорошо)            |
| 15,1–20,0            | 3 (удовлетворительно) |
| 20,1–25,0            | 2 (плохо)             |
| >25,0                | 1 (очень плохо)       |

Крошение почвы определяют по результатам замеров глыбистости. Если известна глыбистость пашни, то величина, дополняющая глыбистость пашни до 100 %, является показателем крошения почвенной массы:  $K_{\text{п}} = 100 - Г$ ,

где  $K_{\text{п}}$  – крошение почвы, %;

$Г$  – глыбистость почвы, %.

Пользуясь величиной  $K_{\text{п}}$ , качество крошения можно оценить по пятибалльной шкале (табл. 37).

**Таблица 37. Шкала оценки крошения почвы**

| Значение $K_{\text{п}}$ , % | Балл оценки |
|-----------------------------|-------------|
|-----------------------------|-------------|

|           |                       |
|-----------|-----------------------|
| 90,0      | 5 (отлично)           |
| 90,0–85,1 | 4 (хорошо)            |
| 85,0–80,1 | 3 (удовлетворительно) |
| 80,0–75,1 | 2 (плохо)             |
| 75,0      | 1 (очень плохо)       |

Заделка стерни и удобрений, запашка поворотных полос, огрехи, качество развальной борозды оценивается визуально.

*Оценка качества предпосевной культивации.* Равномерность рыхления по глубине. После завершения обработки поле проходят по диагонали через определенное расстояние и измеряют глубину культивации. Для этого поверхность почвы выравнивают и накладывают на нее линейку или рейку. Второй линейкой измеряют глубину рыхления. Измерять глубину культивации можно и при помощи бороздомера. Данные записывают в табл. 38.

**Таблица 38. Глубина культивации**

| Показатели      | Количество замеров |   |   |   |   |   |   |   |   |    | Среднее |
|-----------------|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---------|
| Глубина, см     | 1                  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |         |
| Отклонение, ±см |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |         |

Для точной оценки равномерности обработки почвы по глубине необходимо измерения делать не менее чем в 25–30 местах на площади равной площади сменного задания механизатора.

Глыбистость обработанного культиватором поля определяют с помощью рамки с сеткой площадью 0,5 м<sup>2</sup>, которую накладывают на поверхность почвы по диагонали поля в 5–6 местах. На каждой площадке подсчитывают число глыб, имеющих диаметр более 5 см, данные записывают в табл. 39.

Вычисляют площадь глыб диаметром более 5 см<sup>2</sup> на 0,5 м<sup>2</sup>. Суммарная площадь глыб, выраженная в процентах к площади рамки, являются показателем глыбистости. Глыбистость пашни после культивации оценивают по пятибалльной шкале (табл. 40).

**Таблица 39. Глыбистость почвы после культивации**

| Показатели                                                          | Количество замеров |   |   |   |   | Среднее |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------|---|---|---|---|---------|
|                                                                     | 1                  | 2 | 3 | 4 | 5 |         |
| Количество глыб более 5 см <sup>2</sup> на 0,5 м <sup>2</sup> , шт. |                    |   |   |   |   |         |

|                                                      |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Площадь глыб на 0,5 м <sup>2</sup> , см <sup>2</sup> |  |  |  |  |  |  |
| Глыбистость, %                                       |  |  |  |  |  |  |

Крошение почвы определяют по результатам замеров глыбистости и оценивают по показателю крошения, используя следующую шкалу (табл. 41).

Подрезание сорняков при культивации, наличие огрехов, наволоков растительности и выравненность поверхности поля определяют визуально.

**Таблица 40 Шкала оценки глыбистости после культивации**

| Глыбистость, % | Балл оценки           |
|----------------|-----------------------|
| <5,0           | 5 (отлично)           |
| 5,0–10,0       | 4 (хорошо)            |
| 10,1–15,0      | 3 (удовлетворительно) |
| 15,1–20,0      | 2 (плохо)             |
| >20,0          | 1 (очень плохо)       |

**Таблица 41. Шкала оценки крошения почвы после культивации**

| Показатель крошения, % | Балл оценки           |
|------------------------|-----------------------|
| >95,0                  | 5 (отлично)           |
| 95,0–90,1              | 4 (хорошо)            |
| 90,0–85,1              | 3 (удовлетворительно) |
| 85,0–80,1              | 2 (плохо)             |
| <80,0                  | 1 (очень плохо)       |

По такой же методике оценивается качество чизельной обработки, обработку комбинированными агрегатами типа АКШ, боронование и прикатывание почвы.

## 4. МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ФИЗИОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ

### 4.1. Фенологические наблюдения

Фенологические наблюдения заключаются в датировании наступления отдельных фаз развития и осуществляются с целью сравнить ход развития растений в различных условиях опыта.

При проведении фенологических наблюдений отмечается начало фазы – вступление в нее 10–15 % растений и полная, когда не менее 75 % растений приобретают черты, свойственные данной фазе.

У *злаковых культур* фиксируют наступление следующих фаз развития (рис. 7).

1. Всходы: а) начало появления всходов; б) полные всходы.
2. Развитие третьего листа: а) отмечается начало фазы, когда у отдельных растений из пазухи второго листа появляется верхушка третьего; б) полное наступление фазы, когда она обозначится на большей части растений.
3. Кушение: а) начало – появление боковых побегов у отдельных растений; б) полное – когда кушение появляется у большинства растений.
4. Выход в трубку: появление первичного узла на главном побеге, прощупываемого пальцами.
5. Колошение: выход колоса из влагалища верхнего листа у большинства растений.
6. Цветение: а) начало – когда у отдельных растений раскрываются цветки и появляются пыльники; б) полное – более, чем у 50 %.
7. Молочная спелость: у зерен средней части колоса, достигших нормального размера, при выдавливании вытекает густая белая молочная жидкость.
8. Желтая, или восковая, спелость: зерно в средней части колоса желтого цвета, мнется, легко разрезается ногтем.
9. Полная спелость: зерно твердое, начинает высыпаться и разламываться.



Рис. 7. Фазы развития злаковых культур

1 – всходы; 2 – третий лист; 3 – кушение; 4 – выход в трубку; 5 – колошение (выметывание); 6 – цветение; 7 – молочная спелость; 8 – восковая спелость

Все фенологические наблюдения заносят в табл. 42 с указанием даты наступления фаз.

Таблица 42 – Результаты фенологических наблюдений  
(зерновые культуры)

| Вариант | Всходы |        | Развитие 3-го листа |        | Выход в трубку | Колошение | Цветение |        | Спелость |          |        |
|---------|--------|--------|---------------------|--------|----------------|-----------|----------|--------|----------|----------|--------|
|         | начало | полные | начало              | полное |                |           | начало   | полное | молочная | восковая | полная |
|         |        |        |                     |        |                |           |          |        |          |          |        |

У двудольных (рис. 8, табл. 43), например у *льна*, отмечают следующие фазы развития: всходы, «елочка», интенсивный рост – бутонизация, цветение и созревание.

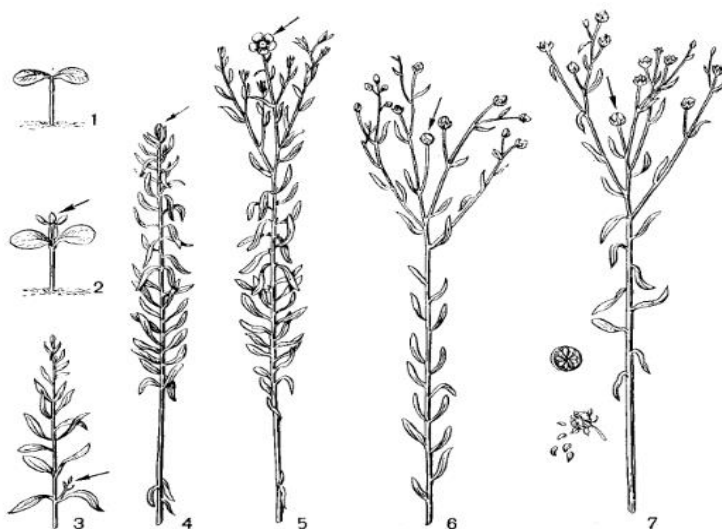


Рис. 8. Фазы развития льна:

1 – всходы; 2 – образование настоящих листьев; 3 – «елочка»;  
4 – интенсивный рост – бутонизация; 5 – цветение; 6 – созревание

Таблица 43. Результаты фенологических наблюдений (лен)

| Вариант | Всходы |        | «Елочка» | Интен-<br>сивный<br>рост –<br>бутони-<br>зация | Цветение |        | Созревание          |                    |
|---------|--------|--------|----------|------------------------------------------------|----------|--------|---------------------|--------------------|
|         | начало | полные |          |                                                | начало   | полное | зеленая<br>спелость | желтая<br>спелость |
|         |        |        |          |                                                |          |        |                     |                    |

1. Всходы (фаза семядольных листочков): развиты только семядольные листочки и маленькая почечка между ними, из которой развивается стебель.

2. Образование настоящих листьев: формируется розетка настоящих листьев.

3. «Елочка»: растение достигает высоты 3–10 см и имеет 5–6 пар настоящих листочков. После фазы «елочки» у растений льна наступает период быстрого (интенсивного) роста, который продолжается и в фазе бутонизации.

4. Интенсивный рост – бутонизация: прирост растений льна в высоту достигает 3–5 см в сутки, в стеблях формируются волокно и репродуктивные органы.

5. Цветение: замедляется рост стеблевой части и корневой системы растения, развивается соцветие.

6. Созревание: характеризуется быстрым одревеснением стебля и формированием семян. В этой фазе различают зеленую, раннюю желтую, желтую и полную спелости льна.

Между фазами резких границ нет, происходит постепенный переход. Фазу спелости льна в производственных условиях следует определять по длине стебля, освободившегося от листьев, по цвету семенных коробочек и семян.

В фазе *зеленой спелости* стебель на 1/4 длины освобожден от листьев, на растениях 80–85 % завязавшихся коробочек и остается лишь 15–20 % цветков. Семена имеют низкую жизнеспособность.

В фазе *ранней желтой спелости* на 2/3 длины стебля листья осыпаются, лишь самые верхние остаются еще зелеными. В желто-зеленых коробочках находятся бледно-зеленые семена с желтым носиком.

У *зернобобовых культур* и *рапса* различают такие фазы, как всходы, появление настоящих листьев, бутонизация, цветение и созревание (рис. 9–10, табл. 44–45).

Таблица 44. Результаты фенологических наблюдений (зернобобовые культуры)

| Вариант | Всходы |        | Второй настоящий лист | Бутонизация | Цветение |        | Созревание |        |
|---------|--------|--------|-----------------------|-------------|----------|--------|------------|--------|
|         | начало | полные |                       |             | начало   | полное | начало     | полное |
|         |        |        |                       |             |          |        |            |        |



Рис. 9. Фазы развития зернобобовых культур:  
1 – всходы; 2 – второй настоящий лист; 3 – бутонизация; 4 – цветение; 5 – созревание



Рис. 10. Фазы развития рапса:  
1 – всходы; 2–4 – формирование розетки (2 – два настоящих листа, 3 – четыре настоящих листа, 4 – шесть настоящих листьев); 5 – стебление; 6 – бутонизация и цветение; 7 – созревание

Таблица 45. **Результаты фенологических наблюдений (рапс)**

| Ва-<br>ри-<br>ант | Всходы | Формирование<br>розетки листьев |  |  | Цве-<br>тение | Созревание |
|-------------------|--------|---------------------------------|--|--|---------------|------------|
|-------------------|--------|---------------------------------|--|--|---------------|------------|

|  | начало | полные | начало | полное | Стеб-<br>лева-<br>ние | Буто-<br>низа-<br>ция |  | зеленая<br>спелость | восковая<br>спелость | полное |
|--|--------|--------|--------|--------|-----------------------|-----------------------|--|---------------------|----------------------|--------|
|  |        |        |        |        |                       |                       |  |                     |                      |        |

В развитии растения *картофеля* различают 8 основных фенологических фаз (рис. 11): прорастание, всходы, стебление, бутонизация, цветение, клубнеобразование, отмирание ботвы, покой клубней.

Прорастание: повышается интенсивность дыхания клубней, происходит превращение крахмала в сахар, последний передвигается по сосудистым пучкам к глазкам. Почки в глазках набухают и прорастают. В верхней части ростка образуются небольшие чешуйчатые бугорки, из которых сначала развиваются молодые корни, а после укоренения – стебелек. В период от посадки до появления всходов материнский клубень является источником питательных веществ, обеспечивающим ростовые процессы корней, стеблей и листьев. Прорастание начинается с верхних глазков, причем в рост трогается обычно одна почка глазка. Обламывание ростков проросших клубней отрицательно сказывается на росте и развитии картофеля и приводит к ослаблению ростового процесса клубня.

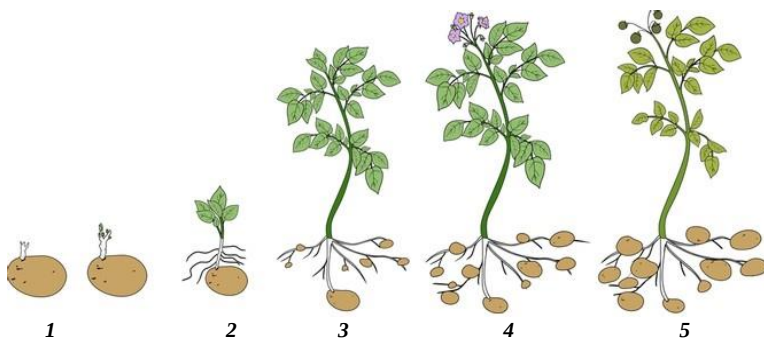


Рис. 11. Фазы развития растений картофеля: 1 – прорастание клубня; 2 – всходы; 3 – бутонизация; 4 – цветение; 5 – отмирание ботвы

3. Стебление: период от появления первых зеленых листьев, обычно сращенных, до развития стеблей с нормальными листьями. Период характеризуется активным формированием стеблей, листьев и корневой системы. Процессы проходят параллельно и включают: рост

главного и боковых (базальных) побегов: активное формирование листовой; постепенное смыкание стеблестоя – в итоге до 90 % площади соседних растений соприкасаются между собой; начало образования клубней – столоны набухают и увеличиваются до размеров, в два раза больше их первоначального диаметра.

Материнский клубень теряет свою значимость. Хорошо сформированная корневая система особенно важна на этом этапе и для дальнейшего роста, так как помогает растению быстро восстановиться после весенних заморозков, града или повреждения насекомыми.

4. Бутонизация: появление бутонов на растении. В это время наиболее интенсивно формируются столоны, и на их концах появляются утолщения.

5. Цветение: на растении распускаются цветки. В период цветения картофеля закладывается основа для будущего урожая. На этом этапе формируется две трети клубневой массы картофеля. Молодые клубни вначале очень водянисты, но через некоторое время они разрастаются и в них начинает откладываться крахмал, интенсивный рост ботвы продолжается. Растения требуют все большего количества влаги и питательных веществ

6. Клубнеобразование начинается только после того, как стебли и листья полностью сформированы. Появляется 20–30 мелких картофелин, зрелости достигает примерно половина из них. После окончания цветения и образования ягод прирост надземной массы приостанавливается.

Стадии клубнеобразования: а) рост от 30 до 70 % от максимальной массы; б) 100 % сортового веса, кожура не сформирована; в) появление тонкой шкурки, легкое отделение от столона; г) кожура уплотняется, на концах клубня не стирается пальцем. В это время происходят наиболее интенсивные приросты клубней, накапливается до 75 % конечного урожая.

7. Отмирание ботвы продолжается с момента отмирания ботвы до ее полного высыхания и физиологического созревания клубней, нижние, а затем средние и верхние листья желтеют, высыхает весь стебель. К началу высыхания стебля останавливается прирост клубней, идет их физиологическое созревание, накопление крахмала. Кожица клубней из тонкой и легкосдирающейся становится более плотной.

8. Покой клубней. Период покоя клубней позволяет сохранять посадочный материал без снижения продуктивной способности. Период

покоя представляет собой такое физиологическое состояние клубней, при котором меристематические ткани прекращают рост, дыхание ослабевает и резко снижается обмен веществ. Продолжительность периода покоя – сортоспецифический признак. Как правило, у позднеспелых сортов он продолжительнее, чем у ранних, однако во всех группах скороспелости есть «быстрые» и «замедленные» сорта.

#### **4.2 Морфометрические наблюдения.**

##### **Оценка динамики роста растений и их биомассы**

Морфометрические наблюдения проводят для оценки динамики роста растений в различных условиях опыта, оценивается прирост вегетативной массы.

Для осуществления морфометрических наблюдений на делянке отбирают 10–20 средних растений в различных местах учетной площади, подкапывая их копачами.

Наблюдение за ростом растений состоит в измерении высоты стебля от основания до верхушечной почки (у злаков – от основания до конца последнего сформированного листа или колоска). Измерения производятся систематически от всходов до конца вегетационного периода по фазам развития или через равные промежутки времени. разни́ца в высоте стебля между двумя сроками измерения указывает на прирост стебля в высоту.

Одновременно с измерением высоты определяют количество побегов кушения (ветвления), колосьев (плодов, коробочек и др.), а также количество листьев и их площадь. Количество листьев подсчитывается на каждом растении отдельно (включая главный побег и побеги кушения), а затем выводится среднее по выборке.

Полученные результаты по вариантам опыта заносят в таблицу наблюдений (табл. 46) и на их основании вычерчивают кривые роста.

**Таблица 46. Результаты морфометрических наблюдений**

| Вариант | Дата | № растения | Высота стебля, см | Количество побегов кушения, шт. | Количество листьев на растении, шт. | Площадь листьев на растении, м <sup>2</sup> | Количество колосьев (плодов), шт. |
|---------|------|------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|
|         |      |            |                   |                                 |                                     |                                             |                                   |

**Площадь листьев** на растении определяется путем сравнительного анализа. Для этого все листья с растения взвешивают (с точностью до 0,01 г). Затем из общей массы отбирают 10–20 листьев путем случайной выборки, их снова взвешивают. Данные заносят в табл. 47.

Таблица 47. **Определение площади листьев**

| Показатели                                            | Повторности |   |   |   | Среднее |
|-------------------------------------------------------|-------------|---|---|---|---------|
|                                                       | 1           | 2 | 3 | 4 |         |
| Масса листьев с растения, г                           |             |   |   |   |         |
| Масса листьев, взятых для определения площади, г      |             |   |   |   | X       |
| Площадь листьев, м <sup>2</sup>                       |             |   |   |   | X       |
| Масса 1 м <sup>2</sup> листьев, г                     |             |   |   |   |         |
| Площадь всех живых листьев с растения, м <sup>2</sup> |             |   |   |   |         |

У отобранных 10–20 листьев определяют площадь листьев одним из описанных ниже способов. Выбор способа измерения определяется особенностями строения листьев у различных видов растений.

Затем рассчитывают массу 1 м<sup>2</sup> листьев. Для этого вес измеренных 10-20-ти листьев делят на их площадь, выраженную в м<sup>2</sup>.

Рассчитывают площадь всех живых листьев на растении. Для этого массу всех листьев делят на массу 1 м<sup>2</sup> листьев. Данные заносят в табл. 9.

*Способы определения площади листьев.*

**1-й способ.** Для сложных листьев используют весовой метод с анализом высечек. Для этого листья, отобранные для определения площади после взвешивания, складывают стопкой и пробочным сверлом набирают из них 40–60 высечек. Взвешивают высечки на торсионных весах. Рассчитывают их площадь, измеряя диаметр сверла по формуле (1):

$$S = \pi r^2 \times n, \quad (1)$$

где:  $S$  – площадь высечек, см<sup>2</sup>;

$r$  – радиус пробочного сверла, см;

$n$  – количество высечек, шт.

Зная массу высечек известной площади и массу отобранных для анализа листьев, находят их площадь по формуле (2):

$$S_1 = \frac{m_1 \times S}{80}, \quad (2)$$

$m$

где:  $S_1$  – площадь листьев,  $\text{см}^2$ ;

$m_1$  – масса листьев, г;

$S$  – площадь высечек,  $\text{см}^2$ ;

$m$  – масса высечек, г.

**2-й способ.** Берут простую писчую бумагу, лучше в клеточку, вырезают квадрат площадью  $100 \text{ см}^2$  и взвешивают его на торсионных весах. Затем срезают лист с растения, кладут на идентичный лист бумаги и аккуратно обрисовывают его контур. Затем вырезают контур листа и взвешивают. Зная массу известной ( $S=100 \text{ см}^2$ ) бумажной площади ( $m$ ) и массу неизвестной площади ( $m_1$ ), находят площадь листьев  $S_1$  по формуле (2).

**3-й способ.** Срезанный с растения лист кладут на миллиметровую бумагу, обводят на ней контур листа карандашом. Считают количество квадратных миллиметров, пришедшихся на площадь листа. По краю листа за целый миллиметр принимают больше  $\frac{1}{2} \text{ мм}^2$ , меньше  $\frac{1}{2} \text{ мм}^2$  в расчет не принимается.

**4-й способ** (для листьев злаков). Этот способ используется для определения площади линейных листьев, основан на измерении длины и ширины листа (в наиболее широкой центральной части). Результаты измерений заносят в табл. 48.

**Таблица 48. Определение размеров листьев злаковых культур**

| Показатель       | № листа |   |   |   |   |   |   |   |   |    | ср |
|------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
|                  | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |    |
| Длина листа, см  |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| Ширина листа, см |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |

Рассчитывают площадь измеренных листьев по средней длине и средней ширине по формуле (3):

$$S = L_{\text{ср.}} \times H_{\text{ср.}} \times 0,7, \quad (3)$$

где:  $S$  – площадь 10 листьев,  $\text{см}^2$ ;

$L_{\text{ср.}}$  – средняя длина измеренных листьев, см;

$H_{\text{ср.}}$  – средняя ширина измеренных листьев, см;

0,7 – коэффициент для расчета площади листьев злаков.

***Определение динамики накопления биомассы растений.***

Накопление биомассы растением в течение вегетации определяет итоговую урожайность культуры, так как при созревании семян и плодов происходит отток ассимилятов от вегетативных органов к генеративным. Таким образом, наблюдение за динамикой накопления сухого вещества в растениях в процессе вегетации является одним из наиболее простых и информативных методов прогнозирования урожайности и широко используется в научных исследованиях.

Определение динамики накопления биомассы осуществляют одновременно с проведением морфометрических наблюдений. Анализ проводят, как правило, по фазам развития.

На делянке отбирают 10–20 средних растений в различных местах учетной площади, подкапывая их копаками.

Разбирают растения на части: корни, стебли, листья, генеративные органы, сухие листья и побеги. Взвешивают каждую группу сырья, данные заносят в табл. 12.

*Определение содержания сухого вещества.* В каждой группе берут произвольные навески для определения содержания сухого вещества. Растительный материал измельчают с помощью ножниц, ножа или ланцета. Пробы каждого объекта взвешивают (данные заносят в табл. 49) и помещают в предварительно высушенные до постоянной массы бюксы, заполняя их до половины, рыхло. Бюксы ставят в нагретый до 105 °С сушильный шкаф.

**Таблица 49. Результаты учета биомассы растений**

| Съем № , дата , количество растений в пробе |                                   | Повторности |   |   |   | Среднее |
|---------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|---|---|---|---------|
| Показатели                                  |                                   | 1           | 2 | 3 | 4 |         |
| Сырая биомасса, г                           | корни                             |             |   |   |   |         |
|                                             | листья живые                      |             |   |   |   |         |
|                                             | стебли                            |             |   |   |   |         |
|                                             | репродуктивные органы сухие части |             |   |   |   |         |
| Навески сырой биомассы на сухое вещество, г | корни                             |             |   |   |   | X       |
|                                             | листья живые                      |             |   |   |   | X       |
|                                             | стебли                            |             |   |   |   | X       |
|                                             | репродуктивные органы сухие части |             |   |   |   |         |

|                                          |                                                                      |  |  |  |  |             |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|-------------|
| Вес биомассы после высушивания, г        | корни<br>листья живые<br>стебли<br>репродуктивные органы сухие части |  |  |  |  | X<br>X<br>X |
| Процент сухого вещества                  | корни<br>листья живые<br>стебли<br>репродуктивные органы сухие части |  |  |  |  |             |
| Сухая биомасса ____ растений, г<br>число | корни<br>листья живые<br>стебли<br>репродуктивные органы сухие части |  |  |  |  | X<br>X<br>X |
| Общая сухая биомасса растений, г         |                                                                      |  |  |  |  |             |

Растительный материал высушивают до постоянной массы, проверяя её путем повторных взвешиваний через 20-30 мин. Первое взвешивание рекомендуется проводить не ранее 1 часа сушки.

Горячие бюксы вынимают из сушильного шкафа с помощью специальных щипцов и помещают для охлаждения в эксикатор. После охлаждения бюксы вынимают из эксикатора, растительные пробы взвешивают на аналитических весах.

Влажность материала рассчитывают по формуле:

$$W = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\%,$$

где  $m_2$ -  $m_3$  – содержание воды в сырой навеске, г;

$m_2$ -  $m_1$  – сырая навеска, г.

Содержание сухого вещества рассчитывают по формуле:

$$S = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100\%,$$

где  $m_3$ -  $m_1$  – сухая навеска, г;

$m_2$ -  $m_1$  – сырая навеска, г.

Содержание сухого вещества (%) можно определить другим способом, по формуле:  $S = 100\% - W\%$

Результаты расчетов записывают в сводную табл. 12.

Динамика накопления сырой и сухой биомассы определяется путем сравнительного анализа смежных измерений, полученные данные заносят в табл. 50.

Для наглядности результатов вычерчивается график прироста биомассы по фазам развития, проводится сравнительный анализ данных по вариантам опыта.

#### 4.3. Определение чистой продуктивности фотосинтеза и фотосинтетического потенциала посева

Около 95 % сухой биомассы растительного организма приходится на долю органических веществ, образованных в процессе фотосинтеза. Поэтому изменение сухой массы растений может довольно объективно отражать ассимиляционную активность растений. Одним из показателей, характеризующих продукционный процесс растений, является чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). Этот показатель часто используется в научных исследованиях при определении фотосинтетической активности посевов.

Таблица 50. **Определение динамики накопления биомассы растений**

| Показатели                        |                                                                           | Фаза развития |         |           |          |            | За вегета-<br>цию |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|-----------|----------|------------|-------------------|
|                                   |                                                                           | всходы        | кушение | колошение | цветение | созревание |                   |
| Количество дней в учетном периоде |                                                                           |               |         |           |          |            |                   |
| Сырая биомасса растения, г        | корни<br>листья живые<br>стебли<br>репродуктивные органы су-<br>хие части |               |         |           |          |            |                   |
| Общая сырая биомасса растения, г  |                                                                           |               |         |           |          |            |                   |
| Прирост сырой биомассы, г         | корни<br>листья живые<br>стебли<br>репродуктивные органы су-<br>хие части |               |         |           |          |            |                   |
| Прирост общей сырой биомассы, г   |                                                                           |               |         |           |          |            |                   |
| Сухая биомасса растения, г        | корни<br>листья живые<br>стебли                                           |               |         |           |          |            |                   |

|                                  |                                                                      |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
|                                  | репродуктивные органы сухие части                                    |  |  |  |  |  |  |
| Общая сухая биомасса растения, г |                                                                      |  |  |  |  |  |  |
| Прирост сухой биомассы, г        | корни<br>листья живые<br>стебли<br>репродуктивные органы сухие части |  |  |  |  |  |  |
| Прирост общей сухой биомассы, г  |                                                                      |  |  |  |  |  |  |

**Чистая продуктивность фотосинтеза** – это количество сухого вещества в граммах, накопленного 1 м<sup>2</sup> листовой поверхности за 1 сутки. Величина этого показателя для различных сельскохозяйственных культур колеблется в пределах 1-20 г/м<sup>2</sup>-сут.

Для определения чистой продуктивности фотосинтеза в поле берут пробы растений через 7-10 дней или другой промежуток времени, например, в начале и конце определенной фазы развития, определяют сухую биомассу и площадь живых листьев.

Чистую продуктивность фотосинтеза рассчитывают по формуле:

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{0,5 \times (L_1 + L_2) \times n} \text{ г/м}^2\text{-сут,}$$

где:  $B_1$  и  $B_2$  – сухая биомасса растений в начале и в конце учетного периода, г;

$B_2 - B_1$  – прирост сухой массы за  $n$  дней, г;

$L_1$  и  $L_2$  – площади листьев в начале и в конце периода, м<sup>2</sup>;

$0,5 \times (L_1 + L_2)$  – средняя площадь листьев за время опыта, м<sup>2</sup>;

$n$  – число дней в учетном периоде.

**Методика определения.** На опытных посевах отбирают в 3–4-х кратной повторности по 10–20 растений наиболее типичных для данной фазы развития. Растения срезают у самой поверхности почвы или выкапывают с корнями, не допуская их обрыва. В пробу включают все опавшие и засохшие листья и побеги. Обычно массу корней учитывают в точных вегетационных опытах с водной или почвенной культурой. В последнем случае корни осторожно освобождают от почвы, отмывая их водой. Отобранные растения помещают в полиэтиленовые пакеты и переносят в лабораторию. В лаборатории определяют необходимые для расчета ЧПФ показатели:

1. Определяют сырую массу различных частей растений. Для этого растения из каждой повторности расчлениают на отдельные органы (листья, стебли, корни, колосья, зерно) и взвешивают. Пожелтевшие и отмершие листья учитывают отдельно. Результаты (показатель 1) записывают в табл. 51.

2. Из каждой пробы методом случайной выборки берут по 10-20 зеленых листьев и взвешивают их (показатель 2). Затем измеряют их длину и наибольшую ширину, результаты записывают в таблицу.

3. Рассчитывают площадь измеренных листьев (показатель 3) по средней длине и средней ширине по формуле (9).

4. Рассчитывают вес 1 м<sup>2</sup> листьев (показатель 4). Для этого вес измеренных 10-20-ти листьев делят на их площадь, выраженную в м<sup>2</sup>.

5. Рассчитывают площадь всех живых листьев всех растений в пробе (показатель 5). Для этого вес всех живых листьев (показатель 1) делят на вес 1 м<sup>2</sup> листьев (показатель 4).

6. Для определения процента сухого вещества отдельные части растений (листья, стебли, колосья, зерна) тщательно измельчают, берут из них навески 5...10 г (показатель 6).

Таблица 51. Результаты учета сырой и сухой биомассы растений

| Номер показателя | Съем № , дата , количество растений в пробе                          |                                                             |  |             |   |             |
|------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--|-------------|---|-------------|
|                  | Показатели                                                           |                                                             |  | Повторности |   | Среднее     |
|                  |                                                                      |                                                             |  | 1           | 2 | 3           |
| 1.               | Сырая биомасса _____ растений, г<br>число                            | листья живые<br>листья мертвые<br>стебли<br>колосья (зерно) |  |             |   |             |
| 2.               | Сырая масса _____ листьев, взятых для определения<br>число           | площади, г                                                  |  |             |   | X           |
| 3.               | Площадь _____ листьев, м <sup>2</sup>                                |                                                             |  |             |   | X           |
| 4.               | Масса 1 м <sup>2</sup> листьев, г                                    |                                                             |  |             |   |             |
| 5.               | Площадь всех живых листьев с _____ растений, м <sup>2</sup><br>число |                                                             |  |             |   |             |
| 6.               | Навески сырой биомассы<br>на сухое вещество, г                       | листья<br>стебли<br>колосья (зерно)                         |  |             |   | X<br>X<br>X |

|     |                                          |                                     |  |  |  |  |             |
|-----|------------------------------------------|-------------------------------------|--|--|--|--|-------------|
| 7.  | Вес биомассы после высушивания, г        | листья<br>стебли колосья<br>(зерно) |  |  |  |  | X<br>X<br>X |
| 8.  | Процент сухого вещества                  | листья<br>стебли колосья (зерно)    |  |  |  |  |             |
| 9.  | Сухая биомасса ____ растений, г<br>число | листья<br>стебли колосья (зерно)    |  |  |  |  | X<br>X<br>X |
| 10. | Общая сухая биомасса ____ растений, г    |                                     |  |  |  |  |             |

7. Навески помещают в бюксы или бумажные пакеты и высушивают в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы (показатель 7).

8. Рассчитывают процентное содержание сухого вещества в листьях, стеблях, колосьях, зерне (показатель 8).

9. Рассчитывают сухую биомассу листьев, стеблей, колосьев, зерна (показатель 9), умножая сырую биомассу этих частей растений (показатель 1) на процент сухого вещества в них (показатель 8).

10. Рассчитывают общую сухую биомассу растений по каждой повторности (показатель 10), суммируя сухую биомассу отдельных частей растений (показатель 9).

Результаты второго и последующих съёмов записывают в аналогичные таблицы. Результаты определения сухой биомассы и площади листьев по всем съёмам записывают в табл. 52.

**Таблица 52. Результаты определения чистой продуктивности фотосинтеза в посевах \_\_\_\_\_**

| Показатели                                                                | 1-й съём | 2-й съём | 2-й съём | 3-й съём |
|---------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Количество дней в учетном периоде                                         |          |          |          |          |
| Общая сухая биомасса ____ растений, г                                     |          |          |          |          |
| Прирост сухой биомассы ____ растений за учетный период, г                 |          |          |          |          |
| Общая площадь листьев с ____ растений, м <sup>2</sup>                     |          |          |          |          |
| Средняя площадь листьев с ____ растений за учетный период, м <sup>2</sup> |          |          |          |          |
| ЧПФ, г/м <sup>2</sup> ·сутки                                              |          |          |          |          |

Чистую продуктивность фотосинтеза рассчитывают по указанной выше формуле.

На основании полученных результатов делают выводы об активности продукционного процесса у различных сельскохозяйственных культур или ее изменении в процессе онтогенеза.

**Определение индекса листовой поверхности и фотосинтетического потенциала посева.** Учет нарастания площади листьев осуществляется по фазам развития, одновременно с учетом показателя чистой продуктивности фотосинтеза. Дополнительно при отборе проб на 3–4-х несмежных учетных делянках площадью 0,25 м<sup>2</sup> подсчитывают количество растений. Индекс листовой поверхности и фотосинтетический потенциал посева определяют расчетным методом.

*Индекс листовой поверхности (ИЛП) (м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>)* – произведение площади листьев одного растения в м<sup>2</sup> на количество растений на 1 м<sup>2</sup>.

Индекс листовой поверхности отражает отношение ассимилирующей поверхности листьев к площади почвы. Чем выше ИЛП, тем больше потенциальная продуктивность растения. Общая листовая поверхность посева превосходит площадь, которую занимают растения. Чем больше растений приходится на единицу площади и чем выше площадь листьев, тем выше ИЛП. В связи с этим изменение ИЛП по фазам развития связано с изменением площади листьев отдельных растений. Прирост листовой поверхности завершается в фазе флагового листа, тогда же отмечается и наибольшая величина ИЛП с постепенным снижением по мере усыхания листьев. После формирования репродуктивных органов образование новых листьев на растении прекращается, средняя же их площадь увеличивается до фазы налива зерна. Это связано с возрастанием в общей облиственности доли крупных листьев верхнего яруса и отмиранием мелких нижних листьев.

Результаты учета ИЛП заносят в табл. 53.

**Таблица 53. Динамика нарастания фотосинтетической поверхности растений по фазам развития**

| Показатели | Фаза развития |         |           |          |            | За вегетацию |
|------------|---------------|---------|-----------|----------|------------|--------------|
|            | всходы        | кущение | колошение | цветение | созревание |              |

|                                     |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Количество дней в учетном периоде   |  |  |  |  |  |  |
| ИЛП, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> |  |  |  |  |  |  |
| Прирост ИЛП за учетный период       |  |  |  |  |  |  |
| ФП, м <sup>2</sup> ·дн./га          |  |  |  |  |  |  |
| Прирост ФП за учетный период        |  |  |  |  |  |  |

Продуктивность посевов определяется не только величиной, но и длительностью функционирования фотосинтезирующих органов растения. Фотосинтетический потенциал – это обобщающий показатель, который характеризует величину и скорость нарастания или убывания фотосинтезирующей поверхности и продолжительности ее работы.

*Фотосинтетический потенциал посева* (ФП) (м<sup>2</sup>·дн./га) – суммарная площадь листьев в посеве, определялся как произведение полу-суммы площадей листьев за два смежных измерения на количество дней в учетном периоде, отнесенное на количество растений на 1 га.

Результаты учета ФП по фазам развития записывают в табл. 53. Динамику изменения ИЛП и ФП за период вегетации отражают в виде графика и делают выводы.

#### 4.4. Определение содержания хлорофиллов и каротиноидов в листьях растений

Поглощение и трансформацию электромагнитной энергии света осуществляют пигменты растений. Это красящие вещества различной химической природы, которые также определяют окраску листьев, цветков, плодов и других органов растений. В растениях содержатся несколько групп пигментов: хлорофиллы, каратиноиды, фикобилины, антоцианы.

Хлорофиллы – пигментами зеленого цвета. Они локализованы в мембранах хлоропластов. У высших растений содержатся хлорофилл *a*, имеющий синеватый оттенок (C<sub>55</sub>H<sub>72</sub>O<sub>5</sub>N<sub>4</sub>Mg) и хлорофилл *b*, имеющий желтоватый оттенок (C<sub>55</sub>H<sub>70</sub>O<sub>6</sub>N<sub>4</sub>Mg).

Каротиноиды представлены пигменты желтого и оранжевого цвета – каротинами (C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>) и ксантофиллами (C<sub>40</sub>H<sub>54</sub>(ОН)<sub>2</sub>). К каротинам относятся α-, β-, γ-каротины и ликопин, а к ксантофиллам – зеаксантин, криптоксантин, виалоксантин, лютеин.

Антоцианы – водорастворимые соединения фенольной природы, которые локализованы в клеточном соке и обладают самой разнообразной

окраской. Антоцианы определяют различные оттенки зеленого цвета листьев, окраску цветков.

Содержание хлорофилла специфично для листьев каждого вида и сорта растений и существенно изменяется в зависимости от освещения, минерального питания, возраста листьев и других условий. Среднее содержание хлорофилла в листьях составляет около 1 % сухой массы, а содержание хлорофилла в хлоропластах – около 5–6 %.

Установлена зависимость между содержанием хлорофилла и интенсивностью фотосинтеза.

Для количественного определения хлорофилла его извлекают из навески листьев с помощью ацетона или этанола, затем на фотоэлектрокolorиметре или спектрофотометре определяют оптическую плотность полученного раствора, на основании чего рассчитывают содержание пигментов.

Спектрофотометрический анализ наиболее точный количественный метод определения содержания пигментов листа. Спектрофотометр позволяет выполнять анализ смесей веществ с близкими максимумами поглощения, что достигается за счет использования монохроматора, вследствие чего удастся установить содержание хлорофиллов и каротиноидов в вытяжке без их предварительного разделения. Оптическую плотность экстракта на спектрофотометре измеряют при длинах волн, соответствующих максимумам поглощения хлорофиллов  $a$  и  $b$ , а красной области спектра и при длине волны абсорбционного максимума каротиноидов. Максимум поглощения несколько меняется в зависимости от используемого растворителя.

**Фотоэлектрокolorиметрический метод.** С растений срезают листья, измельчают ножницами, отбросив черешки и крупные жилки, и берут две навески. Одну навеску (4–5 г) используют для определения сухого вещества в листьях (%). Ее помещают в бюкс и высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу ( $t=105\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Вторую навеску массой 0,5 г используют для количественного определения хлорофилла. Ее помещают в ступку и растирают с небольшим количеством кварцевого песка и  $\text{CaCO}_3$  до однородной массы. Затем приливают 3–4 мл ацетона и продолжают растирание до получения темно-зеленой вытяжки. При определении содержания хлорофилла необходимо полностью извлечь пигмент из взятой навески, не допуская потерь.

Полученную ацетоновую вытяжку фильтруют через сухой бумажный фильтр в мерный цилиндр. Фильтр должен быть ниже края воронки

на 2–3 мм. Вытяжку берут из ступки с помощью специальной пипетки, не захватывая растертую массу, и переносят на фильтр, не допуская потерь. К оставшейся в ступке массе прибавляют еще 1–3 мл ацетона, продолжают растирать, после отстаивания вытяжку переносят на фильтр.

Извлечение хлорофилла производят небольшими порциями ацетона до полного обесцвечивания растительного материала. Затем ступку, пестик и фильтр обмывают небольшими порциями ацетона до полного исчезновения зеленой окраски. Объем вытяжки доводят ацетоном до 25–30 мл. Объем полученной вытяжки записывают в табл. 15. Вытяжку до анализа на ФЭКе помещают в темное место.

Определение оптической плотности полученного раствора производят на фотоэлектроколориметре. Измерения начинают спустя 15 мин после включения прибора. При определении оптической плотности раствора используют светло-красный светофильтр. Измерения проводят не менее трех раз и вычисляют среднее значение оптической плотности. Полученные данные записывают в табл. 54.

**Т а б л и ц а 54. Определение содержания хлорофилла в листьях**

| Объект (вариант опыта)          | Навеска для определения % сухого вещества, г | Навеска для определения количества хлорофилла, мг | Оптическая плотность раствора | Концентрация хлорофилла, мг/л | Содержание хлорофилла |
|---------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| в полученном объеме вытяжки, мг | в сырой / сухой массе, %                     |                                                   |                               |                               |                       |
| сырая                           | сухая                                        | сырая                                             | сухая                         |                               |                       |

Наиболее точные результаты получают при работе на ФЭКе в пределах оптической плотности от 0,1 до 0,4. Если оптическая плотность больше 0,5 вытяжку следует разбавить в два раза. Если показания оптической плотности окажутся ниже 0,08 необходимо выполнить всю работу сначала, взяв большую навеску листьев.

Используя полученную на ФЭКе величину оптической плотности, определяют концентрацию хлорофилла в ацетоновом растворе по калибровочной кривой. Определив концентрацию хлорофилла в растворе, рассчитывают его содержание (в мг) в полученном объеме вытяжки ( $C_{хл}$ ) по формуле (14):

$$C_{хл} = C \times V / 1000, (14)$$

где  $C$  – концентрация хлорофилла в растворе, мг/л;

$V$  – объем полученной вытяжки, мл.

Содержание хлорофилла в процентах ( $X$ ) на сырое вещество вычисляют по формуле (15):

$$X = C_{\text{хл}} \times 100 / H, \quad (15),$$

где  $C_{\text{хл}}$  – содержание хлорофилла в объеме вытяжки, мг;

$H$  – масса навески, мг.

Содержание хлорофилла в процентах ( $X_{\text{сух}}$ ) на сухое вещество вычисляют по формуле (16):

$$X_{\text{сух}} = X \times 100 / (100 - \varphi)$$

где  $X$  – содержание хлорофилла в сырой массе, %;

$\varphi$  – содержание воды в сырой массе, %.

После выполнения расчетов по всем вариантам опыта составляют сводную таблицу и делают выводы.

**2. Спектрофотометрический метод.** Получают вытяжки пигментов методом описанным выше. В качестве растворителя используют 96%-ный этиловый спирт.

Полученные вытяжки наливают в кюветы спектрофотометра. В качестве контрольного используют исходный растворитель (этиловый спирт). Кюветы помещают в кюветодержатель. Проводят калибровку ноля прибора на контрольном растворе. Устанавливают длину волны, соответствующую максимуму поглощения пигмента: хлорофилла  $a$  – 665 нм, хлорофилла  $b$  – 649 нм, каротиноидов – 440 нм. Проводят измерение оптической плотности, а затем рассчитывают концентрацию пигментов (мг/л) по формулам (17–21):

$$C_{\text{хл. } a} = 13,70 \times D_{665} - 5,76 \times D_{649}; \quad (17)$$

$$C_{\text{хл. } b} = 25,80 \times D_{649} - 7,60 \times D_{665}; \quad (18)$$

$$C_{\text{хл. } a + \text{хл. } b} = 6,10 \times D_{665} + 20,04 \times D_{649}; \quad (19)$$

или

$$C_{\text{хл. } a + \text{хл. } b} = 25,1 \times D_{654}; \quad (20)$$

$$C_{\text{кар}} = 4,695 \times D_{440} - 0,268 \cdot (C_{\text{хл. } a} + C_{\text{хл. } b}). \quad (21)$$

где  $C_{\text{хл. } a}$ ,  $C_{\text{хл. } b}$  – концентрации хлорофиллов  $a$  и  $b$ , мг/л;

$C_{\text{кар}}$  – концентрация каротиноидов, мг/л;

$D$  – оптическая плотность при соответствующей длине волны.

Данные заносят в табл. 55.

Т а б л и ц а 55. **Определение содержания хлорофилла в листьях**

| Оптическая плотность ( <i>D</i> ) при длине волны, нм |     |     |     | Содержание пигментов ( <i>C</i> ) в вытяжке, мг/л |          |              |
|-------------------------------------------------------|-----|-----|-----|---------------------------------------------------|----------|--------------|
|                                                       |     |     |     | хлорофилл                                         |          | каротиноиды  |
| 440                                                   | 649 | 654 | 665 | <i>a</i>                                          | <i>b</i> | <i>a + b</i> |
|                                                       |     |     |     |                                                   |          |              |

Содержание пигментов в процентах в сырой и сухой массе определяют по формулам (15) и (16).

#### 4.4. Растительная диагностика минерального питания

Диагностику питания растений подразделяют на почвенную и растительную. Почвенная диагностика проводится путем агрохимического анализа почвы и сопоставления полученных данных с установленными нормативами.

Растительная диагностика даёт более объективную информацию об обеспеченности растений минеральным питанием.

Различают следующие методы растительной диагностики (по В. В. Церлинг):

1. Визуальная диагностика – определение нарушения питания по внешнему виду растений.

2. Метод инъекции или опрыскивания. Используют главным образом для диагностики питания микроэлементами.

3. Морфобиометрическая диагностика основана на определении прироста массы, числа и размера органов, величины и структуры урожая.

4. Химическая диагностика использует химический анализ растений по фазам их развития.

В основе визуальной диагностики лежит наблюдение за изменением окраски, появлением на листьях и стеблях пятен, полос, некрозов тканей и отклонениями в анатомии и морфологии растений (табл. 56).

Проявление дефицита или избытка каждого элемента специфично для определенной культуры. Сложность визуальной диагностики состоит в том, что признаки недостатка элементов минерального питания очень схожи с признаками заболеваний или действием неблагоприятных факторов, могут одновременно проявляться признаки недостатка или избытка двух или нескольких элементов питания, могут появляться,

исчезать и снова возобновляться в зависимости от погоды, проникновения корней в почву и изменения потребностей растений в элементах питания в онтогенезе.

Существенным недостатком листовой диагностики является появление внешних признаков лишь при значительном голодании. Поэтому необходим систематический внимательный осмотр одиночных растений, что позволяет корректировать применение удобрений в течение вегетации и в последующие годы.

При визуальной диагностике следует обращать внимание на то, где появляются характерные изменения. При недостатке реутилизируемых элементов (N, K, P, Mg) они оттекают из ранее образовавшихся частей растений в молодые, формирующиеся органы.

Их недостаток прежде и ярче всего проявляется на закончивших рост старых листьях. Недостаток нереутилизируемых или слабореутилизируемых элементов (Ca, Fe, S и всех микроэлементов) отражается на самых молодых частях растений. При избытке все элементы накапливаются в уже сформированных органах, и поэтому изменения их внешнего вида свидетельствуют о токсичности элемента.

#### **4.4.1 Определение потребности растений в удобрениях методом листовой и тканевой диагностики (по В. В. Церлинг)**

Листовая и тканевая диагностика – это контроль за условиями питания растений по содержанию неорганических форм соединений элементов в тканях или листьях свежих растений, соке из них или вытяжке из растений. Она позволяет определить содержание азота, фосфора, калия и других элементов в отдельных частях растения уже на ранних этапах роста и развития, пока у растений не появились внешние признаки голодания.

**Таблица 56. Признаки недостатка элементов минерального питания**

| Элемент | Внешние признаки недостатка                                                                                                                |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | 2                                                                                                                                          |
| Азот    | бледно-зеленая, желтая окраска листьев, оранжевые, красные тона, низкорослость, высыхание, некрозы, слабое кущение, признаки ксероморфизма |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Фосфор   | мелкие узкие листья, сине-зеленая окраска с пурпурным или бронзовым оттенком (задержка синтеза белков и накопление сахаров), черная окраска старых листьев, корневая система слабо развивается, буреет, корневые волоски отмирают                                                                                                                            |
| Калий    | листья желтеют, затем становятся красно-фиолетовыми, розеточные формы, слабо развиты механические и проводящие ткани, растения «обваренные»                                                                                                                                                                                                                  |
| Кальций  | ослизиение клеточных стенок, слабое развитие корневой системы, торможение фотосинтеза, растения отстают в росте, растения подвывают из-за нарушения работы устьиц, снижается устойчивость к неблагоприятным факторам среды                                                                                                                                   |
| Сера     | подобны симптомам N-голодания, хлороз листьев (но молодых), повреждение начинается с верхушки растений, желтеют жилки листьев, а паренхима остается зеленой, затем от основания листа появляются красноватые пятна мертвых тканей, торможение роста корневой системы                                                                                         |
| Магний   | хлороз и некроз листьев: жилки остаются зелеными, а ткань между ними желтеет, затем отмирает, пожелтение начинается с нижних листьев, при длит. голодании листья становятся белыми, типично опадение взрослых листьев, меньше образуется пестичных цветков, из-за усиления окислительных процессов, задерживается цветение, цветки менее интенсивно окрашены |
| Железо   | глубокий хлороз в развивающихся листьях, которые могут быть совершенно белыми, замедление энергообмена растения — фотосинтез и дыхание, опадают бутоны, уменьшаются междоузлия, отмирают точки роста, плохо формируется корневая система                                                                                                                     |
| Бор      | нарушаются ритм деления клеток и структура клеточных стенок, появляются уродливые изменения в формирующихся листьях конуса нарастания, на заключительной стадии борного голодания в клетке накапливаются токсичные хиноны, которые приводят к отмиранию конусов нарастания, на яблоках и грушах формируется «поверхностная пробковая ткань»                  |
| Медь     | задержку роста и цветения, хлороз, завядание листьев, хлороз кончиков листьев и пустозерность у злаков, суховершинность у плодовых культур                                                                                                                                                                                                                   |
| Марганец | разрушается хлорофилл, на листьях появляются бледно-желтые полосы, у злаков листья сворачиваются, рост замедляется, ослабление дыхания                                                                                                                                                                                                                       |
| Молибден | рост растений тормозится, особенно чувствительны к недостатку Mo бобовые и овощные культуры, хлороз <u>старых</u> листьев, нарушается азотный и фосфорный обмен, уменьшается синтез белка                                                                                                                                                                    |
| Цинк     | резкое торможение роста и формирования побегов, растения приобретают розеточные формы, на листьях вдоль жилок появляется светло-зеленая окраска, затем эта зона быстро увеличивается и появляются пятна отмерших тканей, разрушаются точки роста, иногда в листьях образуются антоцианы                                                                      |

Тканевую диагностику следует проводить несколько раз за период вегетации растений:

- 1 – начало кущения;
- 2 – стеблевание, начало трубкования;
- 3 – трубкование;
- 4 – цветение.

При помощи тканевой диагностики можно определить содержание элементов в растениях, выяснить целесообразность подкормок на разных этапах роста и развития растений.

Для тканевой диагностики лучше всего использовать экспресс-метод, разработанный В. В. Церлинг. С помощью этого метода можно быстро определить в баллах содержание азота, фосфора и калия в растениях и рассчитать дозы необходимых подкормок.

Для определения нуждаемости растений в подкормках можно ограничиться анализом лишь той части растений, где искомое вещество локализуется в наибольших количествах. Так, у зерновых культур на разных этапах роста и развития для анализа берут следующие части растений: в фазу кущения используют всю надземную часть; в фазу трубкования – 3-й лист снизу; в фазу трубкования – 5-й лист снизу; в фазу колошения – «флаговый» лист и лист, находящийся на один ярус ниже; в фазу цветения – молодые листья боковых побегов; в фазу полной спелости – зерно и солому.

Если в этих частях искомое вещество отсутствует или находится в малом количестве, то это указывает на необходимость подкормки.

**Определение нитратов.** На предметное стекло кладут с промежутками 1–2 см срезы стеблей или листьев, наносят на каждый из них по одной капле дифениламина и следят за появлением синей окраски. По интенсивности цвета, сравнивая его с цветной шкалой (табл. 57), устанавливают сначала содержание азота в баллах и находят дозу азотных удобрений для подкормки.

Расчет среднего балла поля проводят, исходя из 20 определений. Пример: 10 срезов по 1 баллу = 10 баллов, 6 срезов по 2 балла = 12 баллов, 4 среза по 3 балла = 12 баллов.

$$\text{Средний балл поля} = (10 + 12 + 12) / 20 = 1,7$$

**Определение фосфатов.** Из листьев отжимают сок и каплю его наносят на бумагу, предварительно пропитанную раствором молибдата аммония и просушенную. Дают подсохнуть отпечатку, затем на него последовательно наносят по одной капле бензина и насыщенного раствора натрия уксуснокислого. После этого на фильтровальной бумаге появляются отпечатки синего цвета.

Таблица 57. **Оценочная шкала для определения обеспеченности растений нитратным азотом и доз азота в подкормку**

| Балл | Визуальные признаки                                              | Содержание нитратов | Целесообразность подкормки |                           |
|------|------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|
|      |                                                                  |                     | средний балл               | доза азота, кг д.в.       |
| 1    | Бледно-голубоватая, очень быстро наступает обугливание           | Низкое              | 1,0-1,8                    | 60                        |
| 2    | Синяя, постепенно исчезающая                                     | Среднее             | 1,9-2,5                    | 30                        |
| 3    | Темно-синяя или темно-фиолетовая, быстро наступающая, устойчивая | Высокое             | 2,5                        | Подкормка нецелесообразна |

Интенсивность окраски сравнивают со шкалой (табл. 58) и оценивают в баллах.

**Таблица 58. Шкала для определения фосфатов**

| Балл | Окраска раствора на бумаге или ткани           | Потребность растений в фосфорных удобрениях |
|------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 5    | Окраска пятна и ткани темно-синяя              | Не нуждаются                                |
| 4    | Окраска пятна и ткани синяя                    | Не нуждаются или слабо нуждаются            |
| 3    | Отпечаток светло-синий                         | Средне нуждаются                            |
| 2    | Отпечаток серо-голубой                         | Нуждаются                                   |
| 1    | Окраска всего пятна и ткани слабо серо-голубая | Сильно нуждаются                            |
| 0    | Синего или голубого окрашивания нет            | Очень сильно нуждаются                      |

**Определение калия.** Каплю сока листьев исследуемых растений наносят на обезвоженный фильтр, затем на пятно наносят по одной капле раствора магния дипикриламида и соляной кислоты. Появившаяся окраску сравниваю со шкалой (табл. 59) и оценивают в баллах. Лимонно-желтый цвет пятна указывает на отсутствие калия.

**Таблица 59. Шкала для определения калия**

| Балл | Окраска раствора на бумаге или ткани | Потребность растений в калийных удобрениях |
|------|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| 5    | Красно-суриковая                     | Не нуждаются                               |
| 4    | Красно-оранжевая                     | Слабо нуждаются                            |
| 3    | Оранжевая                            | Средне нуждаются                           |
| 2    | Желто-оранжевая                      | Нуждаются                                  |
| 1    | Соломенно-желтая                     | Сильно нуждаются                           |
| 0    | Лимонно-желтая                       | Очень сильно нуждаются                     |

Результаты исследования растений записывают в табл. 60 и делают выводы о необходимости подкормки растений.

Таблица 60. **Содержание азота, фосфора и калия в растениях**

| Вариант | Анализируемая часть растения | Азот |             | Фосфор |             | Калий |             |
|---------|------------------------------|------|-------------|--------|-------------|-------|-------------|
|         |                              | балл | потребность | балл   | потребность | балл  | потребность |
|         |                              |      |             |        |             |       |             |

Необходимая для подкормки растений доза элементов минерального питания рассчитывается по формуле (15):

$$D_{\text{подк.}} = D_{\text{р}} \times C_{\text{опт}} / C_{\text{факт}} \quad (15)$$

где:  $D_{\text{подк}}$  – доза подкормки, кг действующего вещества;  
 $D_{\text{р}}$  – доза подкормки, запланированная в хозяйстве, кг д. в.;  
 $C_{\text{опт}}$  – оптимальное содержание элемента в растении, балл;  
 $C_{\text{факт}}$  – содержание элемента в растении на момент определения, балл;  
 $C_{\text{опт}}$  – всегда соответствует высшему баллу, если растения не нуждаются в элементе.

#### 4.5. Методы оценки засухоустойчивости, кислотоустойчивости и солеустойчивости растений

**Засухоустойчивость** – способность растений переносить значительное обезвоживание, а также перегрев клеток, тканей и органов.

Существуют следующие прямые методы оценки засухоустойчивости растений: 1) полевой – оценка состояния растений в засушливых условиях; 2) испытание растений в засушниках; 3) метод завядания, где растения испытывают в вегетационных сосудах дефицит влаги (без полива).

К лабораторным методам изучения засухоустойчивости относится метод крахмальной пробы. Засухоустойчивые растения сохраняют более высокую синтетическую способность при действии засухи и содержат больше крахмала, чем растения с низкой устойчивостью.

При оценке растений на засухоустойчивость сравнивают растения одного вида, но получившие различную обработку, изменившую их засухоустойчивость.

*Методика определения.* В 11–12 часов дня в солнечную погоду, когда в листьях скапливается значительное количество крахмала, срывают 5–10 листьев опытных растений (листья одного яруса) и оставляют в тени на 2–3 часа. Затем каждый лист или его часть (4–5 см) обесцвечивают спиртом и определяют крахмал, действуя раствором Люголя.

Результаты (среднее арифметическое) выражают по шкале: 1 – крахмала нет, 2 – крахмал есть, 3 – крахмала много. Результаты опыта записывают по схеме (табл. 61).

Таблица 61. Оценка засухоустойчивости растений

| Вариант опыта | Количество баллов | Выводы о засухоустойчивости |
|---------------|-------------------|-----------------------------|
| 1             |                   |                             |
| 2             |                   |                             |

**Солеустойчивость** – свойство растений произрастать на засоленной почве. Засоление обусловлено наличием в почве большого количества солей, главным образом, натриевых. Большинство сельскохозяйственных растений не являются солеустойчивыми. Вредное действие засоления почвы проявляется, прежде всего, в задержке набухания и всхожести семян, снижении интенсивности роста проростков.

Существуют прямые и косвенные методы определения солеустойчивости. К прямым методам относят выращивание растений в почве с разной степенью засоления. К косвенным лабораторным методам относят: плазмолитический или определение вязкости протоплазмы, определение скорости раскрытия устьиц, определение содержания альбуминов, определение проницаемости протоплазмы, определение интенсивности прорастания семян в растворах разной концентрации.

Солеустойчивость растений определяют по интенсивности прорастания семян. В три чашки Петри раскладывают кружки фильтровальной бумаги (стерильные). В чашки наливают по 10 мл растворов NaCl разной концентрации в 3-4-кратной повторности по схеме:

- 1-й вариант – 5 %-ный раствор NaCl;
- 2-й – 7 %-ный раствор NaCl;
- 3-й – 10 %-ный раствор NaCl;
- 4-й вариант – дистиллированная вода.

В чашки раскладывают по 10-25 семян, предварительно обработанных раствором формалина в течение 3-5 мин. Чашки с семенами

оставляют при комнатной температуре на 5-7 дней. По окончании проращивания в каждом варианте определяют число и процент проросших семян. Число проросших семян в дистиллированной воде (контроль) принимают за 100 %, а в растворах соли вычисляют в процентах от контроля. Результаты опыта записывают в табл. 62.

**Т а б л и ц а 62. Определение всхожести семян <sup>культура</sup> в растворах солей разной концентрации**

| Культура | Вариант опыта | Проросло семян |   |
|----------|---------------|----------------|---|
|          |               | шт.            | % |
|          |               |                |   |

Результаты всех повторений записывают в сводную табл. 63 и рассчитывают среднее значение по каждому варианту.

**Т а б л и ц а 1. Определение солеустойчивости растений**

| Культура | Вариант опыта | Число проросших семян, % |              |              |         | Выводы о солеустойчивости растений |
|----------|---------------|--------------------------|--------------|--------------|---------|------------------------------------|
|          |               | 1 повторение             | 2 повторение | 3 повторение | среднее |                                    |
|          |               |                          |              |              |         |                                    |

**Оценка кислотоустойчивости растений.** На кислых почвах на растения через корневую систему действует несколько стрессовых агентов (избыток подвижных ионов алюминия, водорода, железа и марганца). В основу методов оценки кислотоустойчивости положено сравнение ростовых параметров растений, выращенных в нормальных условиях и при нескольких фонах закисления, обусловленных выбранными ионами.

Количественным параметром степени кислотоустойчивости является коэффициент устойчивости – отношение параметра растений (например, массы) выращенных при кислой реакции среды, к параметру (массе растений), полученных на среде с pH, близкой к нейтральной. Коэффициент устойчивости (КУ) является одним из лабораторных диагностических тестов для ранней идентификации форм, толерантных к  $H^+$ ,  $Al^{3+}$ , а также, к  $Fe^{3+}$  и  $Mn^{3+}$ .

Семена растений помещают в чашки Петри (стекло - инертный носитель) в количестве 10-25 шт, добавляют дистиллированную воду нейтральной кислотности (контроль) и закисленную  $H^+$  или  $Al^{3+}$  (стресс-фактор), культивируют под светоустановкой. Растворы меняют ежедневно в одно и то же время суток воду на дистиллированную воду нейтральной и низкой кислотности соответственно. На пример, в чашки добавляют дистиллированную воду: в три из них с рН, доведенной до 4,0 добавлением 0,1 н. HCl (стресс-фактор), и в три чашки с рН, доведенной до 5,6 (контроль).

По окончании 7-10-дневной экспозиции в зависимости от интенсивности роста проростков замеряют ростовые показатели проростков в каждой чашке Петри, отдавая предпочтение показателям массы, так как именно она с уменьшением кислотоустойчивости уменьшается; подсчитывают средние значения ростовых показателей в каждой чашке, в стресс-факторе и в контроле в целом.

Оценку проводят по коэффициенту редукции:

$$K_{ред} = (K_{mr} + K_{ms} + K_{mp} + K_l) / 4;$$

где  $K_{mr}$ ,  $K_{ms}$ ,  $K_{mp}$ ,  $K_l$  - частные коэффициенты редукции, равные отношению средних значений ростового показателя: массы корней ( $mr$ ), массы побегов ( $ms$ ), общей массы растения ( $mp$ ), длины побегов ( $l$ ) в стрессовых условиях к его среднему значению в контрольных.

Чем ближе значение  $K_{ред}$  к 1, тем более устойчиво растение к кислотности, а именно

при  $K_{ред} \geq 1$  - растение ацидофильное,

$0,5 < K_{ред} < 1$  – растение толерантное к высокой кислотности среды;

$K_{ред} < 0,5$  – растение кислоточувствительное.

Предлагаемый способ прост в исполнении и достоверен. Предлагаемая шкала позволяет более конкретно оценить кислотоустойчивость растений, что важно при отборе их для селекционного процесса.

#### 4.6. Определение адсорбирующей поверхности корней

Поглотительная способность корневой системы зависит от её длины, физиологической активности и соотношения деятельной и недейтельной поверхности. К рабочей адсорбирующей поверхности относят молодые корни и корневые волоски, интенсивно поглощающие элементы

минерального питания и воду. К недействительной поверхности относят старые корни, лишенные корневых волосков и покрытые пробкой, они не участвуют или слабо участвуют в процессах поглощения минеральных элементов и воды.

У более продуктивных растений формируется большая общая поверхность корней и, что особенно важно, имеющая большую поглощающую поверхность. Путем сравнения величины адсорбирующей поверхности корней у различных сортов и гибридов можно выделить из них перспективные формы для конкретных условий произрастания.

Метод Д. А. Сабинина и И. И. Колосова основан на представлении об адсорбционном характере начального этапа поглощения веществ корнями. В качестве адсорбируемого вещества используется раствор метиленового синего, поглощение которого можно определить по изменению концентрации опытного раствора. Если допустить, что ионы и молекулы при адсорбционном насыщении поверхности корней располагаются в один слой, то можно определить площадь, на которой они адсорбируются.

При двукратном 1,5-минутном погружении корневой системы в раствор метиленовой сини происходит адсорбционное насыщение общей поверхности корней; при третьем погружении метиленовая синь поглощается только рабочей поверхностью, которая за этот промежуток времени десорбировала поглощенную ранее краску внутрь корня.

Известно, что 1 мг раствора метиленовой сини покрывает 1,1 м<sup>2</sup> поверхности адсорбента. Зная количество поглощенной метиленовой сини корнями, можно определить их поглощающую поверхность.

Вначале определяют объем корневой системы, для этого в мерный цилиндр наливают воду до определенного деления, погружают в нее корни, предварительно обсушенные фильтровальной бумагой, и учитывают объем вытесненной воды.

Для определения адсорбирующей поверхности корней в три пронумерованных стакана наливают 0,0002 н. раствор метиленовой сини в количестве, превышающем объем корневой системы в 10 раз. Корни последовательно погружают на 1,5 мин в каждый стакан. При этом растворы в стаканах перемешивают путем их кругового вращения. После каждого погружения дают возможность синьке стечь с корней в тот же стакан, в котором они находились.

Окрашенные корни после извлечения их из третьего стакана промывают водой и помещают в стакан с раствором хлорида кальция, где

наблюдают выделение метиленовой синей из корней, что указывает на наличие обменной адсорбции.

Затем опытные растворы из трех стаканов разбавляют дистиллированной водой в соотношении 1:9 (1 часть раствора + 9 частей воды) в малых стаканах на 100 мл. После этого определяют их оптическую плотность на фотоэлектроколориметре (ФЭК). При работе на ФЭКе используют желтый светофильтр. Без разбавления растворы нельзя колориметрировать, так как их оптическая плотность очень высокая.

Концентрацию метиленовой сини в опытных стаканах можно определить двумя способами – путем расчета и, пользуясь калибровочной кривой. При использовании первого способа одновременно с опытными растворами колориметрируют исходный раствор, также предварительно разбавленный водой в десять раз (4-й). Концентрацию метиленовой сини в первом, втором и третьем опытных стаканах рассчитывают по формуле (5):

$$C = \frac{E \cdot C_k}{E_k}, \quad (5)$$

где  $C$  – концентрация метиленовой сини в опытных растворах, мг/мл;

$C_k$  – концентрация метиленовой сини в исходном растворе (0,064 мг/мл);

$E_k$  – оптическая плотность исходного раствора метиленовой сини;

$E$  – оптическая плотность метиленовой синей в опытных растворах.

Результаты определения оптической плотности и концентрации растворов записывают в табл. 64.

**Т а б л и ц а 64. Результаты определения концентрации метиленовой сини**

| Анализируемое растение (вариант) | Объем корневой системы, мл | Показание оптической плотности метиленовой сини в стаканах |       |       |       | Концентрация метиленовой сини в стаканах, мг |       |       |
|----------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|----------------------------------------------|-------|-------|
|                                  |                            | 1-й                                                        | 2-й   | 3-й   | 4-й   |                                              |       |       |
|                                  |                            | $E_1$                                                      | $E_2$ | $E_3$ | $E_k$ | $C_1$                                        | $C_2$ | $C_3$ |

Концентрацию растворов в стаканах можно определить другим способом. Для этого определяют оптическую плотность у растворов метиленового синего известной концентрации и по полученным данным строят график. Зная оптическую плотность растворов, по графику находят их концентрации и полученный результат умножают на 10 (с учетом 10-кратного разбавления).

Адсорбирующую поверхность корневой системы рассчитывают, пользуясь формулами, приведенными в табл. 65.

**Т а б л и ц а 65. Определение адсорбирующей поверхности корневой системы**

| Вариант | Объем раствора метиленовой сини в стакане, мг | Начальное содержание метиленовой синей в стакане, мг | Осталось краски в растворе после погружения корней в стаканах, мг |                                     |                                     | Поглощено корнями краски из растворов в стаканах, мг |                                     |                                                  | Адсорбирующая поверхность корней, м <sup>2</sup> | Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /мл |
|---------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------|
| V       |                                               | A = V · C <sub>к</sub>                               | В первом                                                          | Во втором                           | В третьем                           | Из первого                                           | Из второго                          | Из первого и второго вместе                      |                                                  |                                          |
|         |                                               |                                                      | A <sub>1</sub> = V · C <sub>1</sub>                               | A <sub>2</sub> = V · C <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> = V · C <sub>3</sub> | B <sub>1</sub> = A - A <sub>1</sub>                  | B <sub>2</sub> = A - A <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> = B <sub>1</sub> + B <sub>2</sub> | C = A - A <sub>3</sub>                           |                                          |
|         |                                               |                                                      | D = B <sub>3</sub> · 1,1                                          |                                     |                                     |                                                      |                                     |                                                  |                                                  |                                          |
|         |                                               |                                                      | D <sub>1</sub> = C · 1,1                                          |                                     |                                     |                                                      |                                     |                                                  |                                                  |                                          |
|         |                                               |                                                      | D <sub>2</sub> = D - D <sub>1</sub>                               |                                     |                                     |                                                      |                                     |                                                  |                                                  |                                          |
|         |                                               |                                                      | D/V · 10                                                          |                                     |                                     |                                                      |                                     |                                                  |                                                  |                                          |
|         |                                               |                                                      | D <sub>1</sub> / V · 10                                           |                                     |                                     |                                                      |                                     |                                                  |                                                  |                                          |

Исходное содержание метиленового синего в растворе определяют путем умножения концентрации исходного раствора ( $C_k$ ) на объем раствора в стакане ( $V$ ). Количество оставшегося в стаканах метиленового синего после 1,5-минутного погружения корней определяют путем умножения концентраций этих растворов ( $C_1, C_2, C_3$ ) на их объем ( $V$ ). Количество поглощенного метиленового синего из каждого стакана определяют как разницу между исходным содержанием и количеством оставшейся краски после погружения корней. Умножая  $1,1 \text{ м}^2$  на число миллиграммов метиленовой сини, поглощенной из первого и второго стаканов ( $B_3$ ), получают величину общей адсорбирующей поверхности корней. Умножением  $1,1 \text{ м}^2$  на количество миллиграммов краски, поглощенной из третьего стакана ( $C$ ), находят величину рабочей адсорбирующей поверхности. Разница между величинами общей и рабочей адсорбирующей поверхности дает представление о величине недействительной поверхности корней. Удельную адсорбирующую поверхность корней находят путем деления величин общей и рабочей поверхности на объем корней.

#### 4.7. Методика определения изреженности посевов

Весной, после начала возобновления вегетации, необходимо оценить состояние озимых посевов и степень изреживания их вследствие гибели растений и разработать соответствующие меры для получения высоких урожаев. Определение степени перезимовки после начала весенней вегетации может быть проведено различными методами.

**Визуальный метод оценки.** Перезимовку растений определяют визуально, осмотром всего поля, по пятибалльной шкале:

5 баллов – изреженность стеблестоя незаметна (нет пятен погибших растений).

4 балла – изреженность стеблестоя слабая (количество погибших растений не превышает 25 %).

3 балла – изреженность стеблестоя существенная (погибло около 50 % растений).

2 балла – изреженность стеблестоя сильная (количество погибших растений заметно превышает 50 %).

1 балл – изреженность стеблестоя очень высокая (сохранилось незначительное число растений).

**Дробный метод оценки.** Изреженность посевов не всегда бывает равномерной, в связи с этим общая оценка их одним баллом вызывает затруднения (особенно на больших полях). При дробном визуальном методе поле делится на части примерно одинаковые по размеру и каждую часть оценивают баллом отдельно. Средняя арифметическая оценка и является общим баллом для всего поля.

Например: 1-й участок оценен баллом 5;

2-й участок оценен баллом 3;

3-й участок оценен баллом 4;

4-й участок оценен баллом 4;

$\Sigma = 16$  баллов.

Средняя оценка перезимовки поля равна 4 баллам ( $16 \div 4$ ). Число частей, на которые делят поле, зависит от его площади, пестроты изреживания растений на нем и степени точности, с какой желательно оценить перезимовку растений.

**Метод подсчета живых и погибших растений.** Более объективную оценку получают путем подсчета живых и погибших растений на 1 м<sup>2</sup>. По диагонали посева, примерно на равном расстоянии друг от друга, накладывают рамки (0,5 × 0,5 м). Количество накладываемых рамок

(учетных площадок) зависит от площади поля: до 10 га – 4 учетные площадки, от 10 до 30 га – 8, от 30 до 50 га – 12 и свыше 50 – 16 учетных площадок. Рамку накладывают так, чтобы обе ее стороны шли вдоль рядков посева.

Для условий Беларуси лучший срок подсчета – спустя 15–20 дней после начала возобновления весенней вегетации, когда достоверно фиксируется отрастание живых растений, а процесс отмирания не наблюдается.

Если посевы не раскустившиеся, то подсчет ведется на корню. На хорошо раскустившихся посевах растения с пробных площадок выкапывают, а затем подсчитывают количество живых и погибших.

Процент перезимовки растений вычисляется из числа всех выкопанных (живых и погибших) в каждой пробе отдельно. После этого вычисляют среднеарифметический процент перезимовавших растений во всех пробах.

Гибель узлов кушения неизбежно ведет за собой гибель растений. Отличить живой узел кушения от мертвого можно по состоянию и окраске тканей. У живого узла кушения ткани упругие, связанные между собой, белесоватые. У мертвого узла кушения ткани дряблые, легко отделяются одна от другой (размочаливаются), бурые. Отрастание живых растений определяется по началу появления новых (белого цвета) корешков.

На основании визуальной оценки и цифровых данных дается заключение о состоянии озимых посевов на всем поле и рекомендуется комплекс мероприятий по уходу за посевами (боронование, подкормка, уплотнение изреженных посевов другими культурами, например, райграсом однолетним, вико-овсяной смесью) (табл.66).

**Таблица 66. Оценка состояния посевов  
в зависимости от сохранившихся растений**

| Состояние          | Число растений, шт./м <sup>2</sup> |                |                  |
|--------------------|------------------------------------|----------------|------------------|
|                    | озимая рожь                        | озимая пшеница | озимое тритикале |
| Отличное           | не менее 350                       | не менее 400   | не менее 300     |
| Хорошее            | 250–350                            | 300–400        | 200–300          |
| Удовлетворительное | 150–250                            | 200–300        | 100–200          |
| Плохое             | менее 150                          | менее 200      | менее 100        |

Для люцерны соответственно: 80 и более, 50–80 и менее 50 растений/м<sup>2</sup>.

Следует иметь в виду, что клевер луговой отрастает несколько раньше, чем люцерна, за счет запасов питательных веществ, накопленных в розетке, однако, если корень у отросшего растения при его продольном разрезе окажется мочалистым и буреющим, такое растение считается погибшим. Отрастание побегов у люцерны в силу ее биологических особенностей начинается несколько позднее, чем у клевера, и растения могут показаться погибшими. Чтобы убедиться в обратном, нужно откопать корень, и на корне будут видны зеленовато-фиолетовые укороченные побеги. Не следует ни в коем случае выносить окончательные оценки состояния посевов люцерны и запахивать их, пока не начнется отрастание растений.

Оптимальная густота озимого рапса после перезимовки 50–60 растений/м<sup>2</sup> с хорошо развитой розеткой листьев (6–9 шт.) и корневой шейкой толщиной 6–12 мм. Минимально допустимая густота – 40 растений на 1 м<sup>2</sup> (табл. 67).

**Таблица 67. Оценка перезимовки растений озимых культур**

| Метод оценки                             | Количество растений, шт. |       |          | Гибель, % |
|------------------------------------------|--------------------------|-------|----------|-----------|
|                                          | всего                    | живых | погибших |           |
| Визуальный метод, балл                   |                          |       |          |           |
| Дробный визуальный метод, балл           |                          |       |          |           |
| Метод подсчета живых и погибших растений |                          |       |          |           |

Среднее количество живых растений на 1 м<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

## 5. МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ИХ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА.

### 5.1. Оценка фитосанитарного состояния посевов

Фитосанитарная информация характеризует распространение вредных видов в агроценозах (заселяемые типы посевов и насаждений, других сельскохозяйственных угодий); плотность заселения их вредителями или интенсивность развития болезней, фенологию; соотношение возрастных групп, фаз развития, полов и морфофизиологическое состояние популяций; интенсивность размножения и выживаемость; фенологию и состояние посевов и насаждений; распространение паразитов, хищников, патогенов вредителей и антагонистов возбудителей заболеваний растений; распространение и развитие сорной растительности; своевременность и качество проведенных агротехнических мероприятий; особенности погоды сезона или отдельных его периодов по всем показателям, доступным для количественных оценок; объемы, технологию проведенных профилактических и защитных мероприятий, их эффективность. Предупреждение отрицательного влияния вредных организмов на продуктивность посевов при использовании профилактических мер стало основным содержанием защиты растений. От полноты выявления фитосанитарной обстановки, достаточной заблаговременности прогноза ее вероятного состояния в будущем зависит возможность использования эффективных профилактических мер.

К основным фитосанитарным показателям, характеризующим фитосанитарную обстановку, **по вредным насекомым** относятся:

1. *плотность популяции*:

$$П = n : S_{\text{проб}};$$

где  $П$  – плотность, шт/м<sup>2</sup>;

$n$  – суммарное количество выявленных вредителей в анализе, шт.;

$S_{\text{проб}}$  – общая площадь проанализированных пробных площадок, м<sup>2</sup>.

2. *встречаемость*:

$$B = N_{\text{зн}} \times 100 : N_n,$$

где  $B$  – встречаемость, %;

$N_{\text{зн}}$  – количество проб, заселенных вредителем, шт.;

$N_n$  – суммарное количество проанализированных проб, шт.

3. *средневзвешенная плотность популяции* (в хозяйстве или районе):

$$N_{cp} = \frac{\sum P \times S}{\sum S},$$

где  $N_{cp}$  – средневзвешенная плотность популяции вредителя, %;

$\sum P \times S$  – сумма произведений плотности вредителей (шт/м<sup>2</sup>) на соответствующую ей площадь посевов (га);

$\sum S$  – сумма обследованных площадей посевов, га.

4. *количество поврежденных растений* (%):

$$П_{np} = N_{np} \times 100 / N_p,$$

где  $П_{np}$  – процент поврежденных растений;

$N_{np}$  – число поврежденных растений в пробе, шт;

$N_p$  – общее количество растений в пробе, шт.

К основным фитосанитарным показателям, **по болезням** относятся:

1. *распространенность болезни*:

$$P = \frac{100 \times n}{N},$$

где  $P$  – распространенность болезни, %;

$n$  – количество больных растений в пробе;

$N$  – общее количество растений в пробе.

2. *развитие болезни*:

при учете пораженности растений в %

$$R = \frac{\sum (a \times b)}{N};$$

при учете пораженности с использованием шкал в баллах

$$R = \frac{\sum (a \times b)}{N \times K},$$

где  $R$  – развитие болезни, % (или баллы);

$\sum (a \times b)$  – сумма произведений числа больных растений ( $a$ )

на соответствующий им процент (или балл) поражения ( $b$ );

$N$  – общее количество растений в пробе, шт;

$K$  – высший балл шкалы учета.

3. *средневзвешенное распространение болезни* (в хозяйстве или районе):

$$P_{ck} = \frac{\sum (P \times S)}{\sum S},$$

где  $P_{ck}$  – средневзвешенный процент распространения болезни в хозяйстве;

$\sum (P \times S)$  – сумма произведений площади на соответствующий ей процент распространения болезни;

$\sum S$  – общая площадь, на которой произведены учеты, га.

4. *средневзвешенное развитие болезни* (в хозяйстве или районе):

$$R_{ck} = \frac{\sum (R \times S)}{\sum S},$$

где  $R_{ck}$  – средневзвешенный процент развития болезни на посадках картофеля в хозяйстве;

$\sum (R \times S)$  – сумма произведений площади на соответствующий ей процент развития болезни;

$\sum S$  – общая площадь, на которой произведены учеты, га.

К основным фитосанитарным показателям, характеризующим фитосанитарную обстановку, **по сорным растениям** относятся:

1. *численность или плотность особей* (стеблей) растений:

$$A = a : n \times s \times 4 = a : S \times 4,$$

где  $A$  – численность, шт/м<sup>2</sup>;

$a$  – число встреченных особей (стеблей) растений, шт;

$n$  – количество учетных рамок, шт;

$s$  – площадь одной учетной рамки, м<sup>2</sup> (обычно 0,25 м<sup>2</sup>);

$S$  – общая учетная площадь, м<sup>2</sup>.

2. *встречаемость*:

$$R = m \times 100 / n,$$

где  $R$  – встречаемость данного вида, %;

$m$  – число учетных рамок, на которых данный вид встречается;

$n$  – общее число взятых для исследований учетных рамок.

При определении встречаемости обязательно соблюдают два условия учитывают присутствие только таких растений, корень которых находится внутри пробной площадки, и учитывают только присутствие на площадке 20 растений данного вида, но совершенно не принимают во внимание число растений этого вида.

Для посевов используют небольшие площадки, которые случайно или равномерно распределяют по всему изучаемому участку. Осматривая площадку, устанавливают, какие виды на ней присутствуют. В

полевым журнале в колонке, соответствующей номеру учетной площадки, против названия присутствующего вида ставят знак плюс (+), а отсутствие вида обозначают прочерком (-).

Форма площадок может быть квадратная или круглая. В последнем случае площадку размером  $0,1 \text{ м}^2$  можно разметить, описывая круг радиальной штангой длиной 17,8 см, закрепленной на устанавливаемой вертикально трости или металлическое кольцо диаметром 35,6 см.

В зависимости от состояния растительного покрова и размера изучаемых растений величина пробной площадки может изменяться от 0,01 м (для плотных сообществ или обильных видов) до 1 м (для разреженного травостоя или редких видов). Число площадок, необходимых для исследования, составляет в первом случае не менее 100-200, во втором - не менее 20-30.

Встречаемость вида обычно возрастает с увеличением размера учетной площадки. Поэтому для получения сравнимых данных по различным агрофитоценозам необходимо использовать площадки одинакового размера.

Результаты учета записывают по форме, указанной в таблице 68.

**Т а б л и ц а 68. Ведомость учета встречаемости видов сорных растений**

| Видовой состав сорняков | Число пробных площадок, на которых данный вид встречается | Общее число взятых для исследований пробных площадок | Встречаемость данного вида, % |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
|                         |                                                           |                                                      |                               |
|                         |                                                           |                                                      |                               |
|                         |                                                           |                                                      |                               |
|                         |                                                           |                                                      |                               |
|                         |                                                           |                                                      |                               |
|                         |                                                           |                                                      |                               |

## **5.2. Методы определения зараженности посевного материала болезнями**

Высокое качество семян является одним из основных агрономических требований, обеспечивающие оптимальные условия получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Подготовка семенного материала сельскохозяйственных культур к посеву должна начинаться с обязательного проведения фитопатологической экспертизы семян, которая включает в себя микробиологический анализ состава грибных и бактериальных фитопатогенов. Это будет достаточным основанием для принятия решения о целесообразности проведения обработки семян и подборе протравителя необходимого спектра действия.

Существуют различные методы фитопатологической экспертизы.

**Метод наружного осмотра (визуальный).** Этим методом определяют внешние изменения посевного материала (наличие семян щуплых, тусклых, с розовым оттенком, с почерневшим зародышем, покрытых плесенью) или устанавливают наличие примесей (склероциев спорыньи, белой гнили, головневых мешочков и комочков).

С помощью лупы можно обнаружить скопление спор в бороздках семян, хохолках, пикниды возбудителей аскохитоза, септориоза, фомоза.

Семена низкого качества могут выявляться не только по внешнему виду, но и по запаху (затхлый при плесневении и т. п.).

**Метод обмывки семян и центрифугирования.** Применяют для выявления спор головни на поверхности семян зерновых культур и лука; пасмо на семенах льна; рамуляриоза на семенах кориандра; ржавчины на клубочках свеклы и семенах аниса; гельминтоспориоза, фузариоза, головни на семенах риса.

**Отбор проб.** Из семян культуры отсчитывают две пробы по 100 семян в каждой.

**Проведение анализа.** Каждую пробу помещают в пробирку, заливают водой (10 см<sup>3</sup>) и взбалтывают. Семена с гладкой поверхностью (пшеница, рожь) взбалтывают в течение 5 мин, с шероховатой поверхностью (свекла и др.) – 10 мин, семена льна – 1 мин.

Для выделения спор применяют центрифугирование. Для этого суспензии сливают в центрифужные пробирки и центрифугируют в течение 10–15 мин при частоте вращения 2000–2500 мин<sup>-1</sup>. После центрифугирования из пробирок осторожно отбирают 9 см<sup>3</sup> надосадочной жидкости. Оставшийся осадок взмучивают пипеткой и из осадка каждой пробирки готовят 5 препаратов. Для определения вида гриба препараты просматривают под микроскопом.

Количественный учет спор проводят в камере Горяева.

Зараженность спорами одного семени ( $X$  число спор) вычисляют по формулам: при подсчете в камере Горяева без предварительного центрифугирования

$$X = 10 \times N_c : 100$$

при подсчете в камере Горяева с предварительным центрифугированием

$$X = 10 \times N_c : 100$$

где 10 – объем воды, взятой для смыва, см<sup>3</sup>;

$N_c$  – число спор в 1 см<sup>3</sup> суспензии;

100 – число семян, взятых для анализа.

Число спор в 1 см<sup>3</sup> суспензии ( $N_c$ ) рассчитывают, умножая обнаруженное число спор на 250 тыс., если подсчет спор ведут в больших квадратах камеры Горяева, и на 400 тыс., если споры подсчитывают в малых квадратах камеры. Если подсчет проводят по всей площади камеры, то обнаруженное число умножают на 1111.

Искомое число определяют как среднее арифметическое результатов двух проб.

**Метод отпечатков.** Метод применяют вместо центрифугирования для определения степени заражения семян зерновых культур спорами головневых грибов.

*Отбор проб.* Отсчитывают 10 семян культуры.

*Проведение анализа.* Каждое семя обертывают прозрачной клейкой лентой площадью 1 см<sup>2</sup>, плотно прижимая ее по всей поверхности семени. После этого с помощью пинцета ленту отклеивают и помещают на предметное стекло под микроскопом для идентификации патогена и подсчета спор. Подсчет проводят в 10 полях микроскопа и устанавливают среднее арифметическое число спор в одном поле зрения микроскопа при 42-кратном увеличении.

Для пшеницы и ячменя с помощью окуляр-микрометра под микроскопом при 42-кратном увеличении измеряют длину и ширину семени с точностью до 0,1 мм, затем определяют площадь поверхности семени.

Площади поверхности семян других зерновых культур измеряют наложением их отпечатков на миллиметровую бумагу или посредством окулярной сетки микроскопа.

*Обработка результатов.* Число спор, приходящееся на площадь отпечатка семени ( $X_3$ ), вычисляют по формуле

$$X = N \times S_1 : S,$$

где  $N$  – среднее арифметическое число спор в поле зрения микроскопа;  
 $S_1$  – площадь поверхности семени, мм<sup>2</sup>;

$S$  – площадь поля зрения микроскопа, мм<sup>2</sup>.

*Пример.* Площадь поверхности семян пшеницы при длине 6 мм и ширине 3,5 мм равна 57,7 мм<sup>2</sup>. Если в одном поле зрения микроскопа МБС-9 при 42-кратном увеличении насчитывается в среднем 10 спор, то число их на одном семени составляет  $X_3 = (10 \times 57,7) : 3,2 = 180$ .

*Примечание.* По паспортным данным площадь поля зрения микроскопа МБС-9 при 42-кратном увеличении равна 3,2 мм<sup>2</sup>.

Среднее арифметическое число спор, приходящееся на одно семя ( $Y$ ), вычисляют по формуле

$$Y = \Sigma X_3 : 10,$$

где  $\Sigma X_3$  – сумма чисел спор, обнаруженных на всех исследованных семенах;

10 – число исследованных семян.

**Биологический метод.** Применяют для выявления внешней и внутренней инфекции семян. Он основан на стимуляции развития микроорганизмов, дает возможность установить вид возбудителя и степень поражения. Формы биологического метода могут быть различными.

#### **Метод влажных камер.**

*Отбор проб.* Из семян культуры отбирают 4 рабочие пробы по 50 или 100 семян в зависимости от вида анализируемых культур.

*Подготовка к анализу.* В качестве влажной камеры используют чашки Петри, Коха или стеклянные стаканы, накрытые стеклом. На дно чашек (стаканов) помещают марлю в 3 слоя, фильтровальную бумагу в 2 слоя или фильтровальную бумагу, положенную на гигроскопическую вату (толщина слоя не более 0,25 см).

Перед раскладкой семян чашки стерилизуют и заворачивают в бумагу. Марлю, комбинированный субстрат или фильтровальную бумагу увлажняют кипяченой или стерилизованной водой комнатной температуры. Семена раскладывают в боксе стерильным пинцетом на расстоянии 1–2 см одно от другого в зависимости от их размеров.

Закрытые чашки Петри, Коха или стаканы с заложенными в них семенами помещают в термостат для проращивания.

Термостаты предварительно тщательно моют горячей водой с моющими средствами и дезинфицируют 1%-ным раствором перманганата калия через каждые 10 дней. Перед каждым фитоанализом их дезинфицируют спиртом или бактерицидными лампами в течение 30 мин. Раз в месяц термостаты дезинфицируют с помощью бактерицидных ламп в течение 8 ч.

*Проведение анализа.* Просмотр семян пшеницы, ржи, ячмени, кукурузы, льна, сои, эфиромасличных культур, подсолнечники, гороха проводят в сроки, установленные для определения всхожести по ГОСТ 12044–93. Виды болезней семян, выявляемые при прорастивании во влажной камере:

1. Пшеница, ячмень – Фузариоз, гельминтоспориозы, альтернариоз, септориоз, плесени.

2. Рожь – фузариоз, гельминтоспориоз, септориоз

3. Овес – фузариоз, красно-бурая пятнистость

4. Кукуруза – фузариоз, диплодиоз, серая гниль

5. Соя – фузариоз, бактериоз, белая гниль, аскохитоз, церкоспориоз, пероноспориоз

Для стимуляции образования конидиеносцев и конидий с целью идентификации возбудителей болезней необходимо 12-часовое чередование света при освещенности 750–1250 лк и темноты.

#### **Анализ семян на питательных средах.**

*Отбор проб.* Из навески семян отбирают четыре пробы по 50 семян в каждой и помещают их в стерильную посуду с питательной средой.

*Подготовка к анализу.* Приготовление картофельного агара (приложение 2): 200 г вымытого, очищенного, порезанного ломтиками картофеля заливают 1000 см<sup>3</sup> воды и кипятят в течение 40 мин. После этого раствор фильтруют, к фильтрату добавляют 20 г агара и подогревают до полного растворения агара. После этого раствор фильтруют через несколько слоев марли с ватной прокладкой и стерилизуют под давлением 0,09807 МПа (1 атм) в течение 30 мин. После стерилизации в питательную среду добавляют стерильный 50%-ный раствор лимонной кислоты из расчета 0,1–0,05 см<sup>3</sup> (одна капля) на 10 см<sup>3</sup> или концентрированную молочную кислоту (4 см<sup>3</sup> кислоты на 1000 см<sup>3</sup> среды). Жидкость разливают по чашкам.

*Проведение анализа.* Семена промывают струей воды под водопроводным краном в течение 1–2 ч и дезинфицируют 1%-ным раствором перманганата калия, или 0,1%-ным раствором нитрата серебра, или

96%-ным спиртом в течение 1–2 мин. После этого семена промывают в стерильной или прокипяченной воде и подсушивают между листами стерильной фильтровальной бумаги.

В стерильные чашки Петри диаметром 9,5–10 см наливают 10 см<sup>3</sup> простерилизованного агара. Толщина слоя среды должна быть 3–4 мм, разливку питательных сред в чашки и закладку семян проводят в бактериологической камере (стерильном боксе). Раскладку семян проводят на застывшую питательную среду с помощью пинцета, периодически стерилизуя его на спиртовке.

**Анализ семян в рулонах фильтровальной бумаги.** Используют 2 слоя увлажненной до полной влагоемкости фильтровальной бумаги. Размер полосок фильтровальной бумаги для пробы по 100 семян должен быть 10 × 110 см, для пробы по 50 семян – 10 × 55 см.

*Проведение анализа.* Семена раскладывают в одну линию с промежутком 1–2 см на расстоянии 2–3 см от верхнего и боковых краев бумаги зародышами вниз.

Разложенные семена накрывают такой же полоской увлажненной фильтровальной бумаги, на которую, в свою очередь, накладывают полосу полиэтиленовой пленки, и сворачивают в рулон. Рулоны ставят в сосуды в вертикальном положении и помещают в термостат при температуре 22–25 °С.

При проращивании семян рулоны следует постоянно увлажнять.

**Обработка данных.** По каждой из четырех проб подсчитывают число семян, зараженных каждой болезнью, и общее число зараженных семян.

Зараженность семян (в процентах) вычисляют по формуле

$$X = 100 \times N_1 : n,$$

где  $N_1$  – суммарное число зараженных семян в четырех пробах;

$n$  – общее число семян, взятых для анализа.

**Посев семян во влажный кварцевый песок.** Применяют для обнаружения грибных и бактериальных болезней, проявляющихся различными типами поражения: пятна, язвы на стебелях, семядольных и настоящих листьях.

**Грунтовой контроль.** Применяют для выявления зараженности семян в полевых условиях такими болезнями, как пыльная головня пшеницы и ячменя.

**Анатомический метод.** Используют для изучения места нахождения и распространения возбудителя болезни в тканях растения. Срезы, изготовленные с помощью микротомов, лезвий безопасной бритвы,

окрашивают красителями (метиленовый синий, метиленовый синий Леффлера, фуксины). Окраской по Граму обнаруживают бактерии.

**Серологический метод.** Используется для обнаружения вирусных болезней в картофелеводстве и для оздоровления семян. Основан на реакции между белками возбудителя (антигенами) и антителами специфичной к ним сыворотки, полученной от иммунизации животных данным возбудителем.

**Люминесцентный метод.** Применяют для контроля зараженности семян с помощью ультрафиолетового облучения люминесцентными лампами. Метод основан на свойствах некоторых органических веществ светиться под влиянием УФ-облучения. Так, семена гороха, пораженные аскохитозом и фузариозом, флюоресцируют тускло-коричнево-красными пятнами, а незараженные семена – голубовато-зеленым цветом.

**Методы определения зараженности семян вирусами.** Более 100 вирусов, поражающих различные культуры, передаются с семенами. Различают два вида зараженности семян: поверхностный и внутренний. В передаче вирусов семенами участвуют оба вида зараженности. Внутренняя инфекция присутствует в семенах часто в очень низкой концентрации. Для ее обнаружения требуются высокочувствительные методы диагностики. Зараженность семян вирусами диагностируют теми же методами, которые используют при определении вирусов в вегетирующих растениях: капельная серодиагностика, инокуляция индикаторных растений, иммуноферментный анализ, электронная микроскопия, ПЦР.

Для анализа семян используют их гомогенат в воде или буферном растворе, получаемый в гомогенизаторе или в фарфоровой ступке. Гомогенат фильтруют или центрифугируют, затем используют для серологической диагностики.

Для индикаторной диагностики в гомогенат добавляют стабилизаторы вирусов, например диэтилдитиокарбамат натрия (ДИЭКА). Стабилизаторы вирусов предотвращают инактивацию вирусов ингибиторами, содержащимися в семенах.

### **5.3. Методы определения заселенности семян вредителями**

Зерно, предназначенное для продовольственных, кормовых и технических целей, подвергают оценке на зараженность и поврежденность вредителями (насекомыми и клещами) в явной и скрытой форме.

**Зараженность зерна в явной форме** характеризуется наличием живых вредителей (на всех стадиях развития) в межзерновом пространстве.

**Зараженность зерна в скрытой форме** характеризуется наличием живых вредителей (во всех стадиях развития) внутри отдельных зерен.

**Поврежденными вредителями считают зерна** с выеденными снаружи или внутри зерна частично или полностью зародышем, оболочками, эндоспермом или семядолями, при наличии или отсутствии внутри зерна живых (зараженные зерна) или мертвых вредителей.

Очень важно правильно провести отбор проб. В складах (исключая склады с наклонными полами) и с площадок отбирают точечные пробы, затем из них формируют среднюю пробу отдельно по каждому слою насыпи зерна. При высоте насыпи 1,5 м точечные пробы отбирают из трех слоев: верхнего, среднего и нижнего. При высоте насыпи ниже 1,5 м – из двух слоев: верхнего и нижнего.

В элеваторах, при полной загрузке силосов, пробы отбирают из каждого силоса складским щупом от верхнего слоя (на глубине около 10 см) и среднего с доступной глубины. Из нижних слоев зерна в силосах, а также, если силос заполнен частично, отбор проб проводят из струи перемещаемого зерна. Пробы отбирают в местах возможного скопления вредителей: на самых высоких точках поверхности насыпи зерна, в местах наиболее влажных и запыленных, в местах, где слой больше прогревается, вблизи столбов, колонн и стен и присоединяют к пробам из соответствующего слоя насыпи. При наличии на поверхности насыпи комков зерен, оплетенных гусеницами бабочек, эти комки выбирают руками и присоединяют к средней пробе.

Отобранные пробы помещают в плотно закрывающуюся тару, исключаящую перемещение насекомых и клещей.

**Определение зараженности зерна насекомыми и клещами в явной форме.** Комки зерна, оплетенные гусеницами бабочек, разбирают вручную. Обнаруженных вредителей присоединяют к общему количеству вредителей в средней пробе.

После разбора комков среднюю пробу зерна взвешивают, а затем просеивают вручную через набор сит с отверстиями диаметром 1,5 и 2,5 мм в течение 2 мин примерно при 120 круговых движениях/мин.

Если температура зерна ниже 5°C, полученные сход и проходы через сито отогревают при 25-30°C в течение 10-20 мин, чтобы вызвать активизацию насекомых, впавших в оцепенение.

Сход с сита с отверстиями диаметром 2,5 мм помещают на доску, разравнивают тонким слоем и разбирают вручную с помощью шпателя, выявляя наличие крупных насекомых: мавританской козявки, большого мучного и малого хрущаков, притворяшки-вора и других.

Проход через сито с отверстиями диаметром 2,5 мм помещают на белое стекло доски для анализа, а проход через сито с отверстиями диаметром 1,5 мм – на черное стекло, рассыпая их тонким разреженным слоем. Проход через сито с отверстиями диаметром 1,5 мм рассматривают под лупой. При этом выделяют более мелких вредителей: амбарного и рисового долгоносиков, зернового точильщика, большого и малого хрущаков, суринамского и короткоусого мукоедов, мучного клеща и других.

Мертвых вредителей, а также живых полевых вредителей, не повреждающих зерно при хранении, относят к сорной примеси и при определении зараженности не учитывают.

Полученное количество живых вредителей пересчитывают на 1 кг зерна. При обнаружении зараженности зерна долгоносиками или клещами устанавливают степень зараженности в зависимости от количества экземпляров вредителей в 1 кг зерна, как указано в табл. 69.

**Т а б л и ц а 69. Зависимость степени зараженности зерна от количества экземпляров вредителей зерна**

| Степень зараженности | Количество экземпляров вредителей на 1 кг зерна |                                                             |
|----------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                      | Долгоносики                                     | Клещи                                                       |
| I                    | От 1 до 5 включительно                          | От 1 до 20 включительно                                     |
| II                   | От 6 до 10 включительно                         | Свыше 20, но свободно передвигаются и не образуют скоплений |
| III                  | Свыше 10                                        | Клещи образуют войлочные скопления                          |

**Определение зараженности кукурузы в початках.** Для обнаружения зараженности початков кукурузы насекомыми каждый десятый початок объединенной пробы тщательно осматривают с помощью лупы.

Для обнаружения зараженности початков кукурузы клещами из объединенной пробы берут десять початков, слегка постукивают их друг о друга (попарно) над черным стеклом, а затем просматривают поверхность стекла с помощью лупы на наличие клещей.

При обнаружении насекомых и клещей устанавливают их количество.

**Определение зараженности семян вредителями в скрытой форме.** Зараженность семян гороха в скрытой форме определяют методом раскалывания семян или методом окрашивания "пробочек" (закрытые отверстия, появляющиеся после откладывания яиц).

*Для определения зараженности методом раскалывания семян* используют навеску массой 50 г, выделенную из средней пробы. Из навески отбирают произвольно 50 целых семян и раскалывают их кончиком скальпеля. Расколотые семена гороха просматривают под лупой и подсчитывают живых насекомых, находящихся на разных стадиях развития.

*Зараженность методом окрашивания "пробочек"* проводят по навеске массой 50 г, выделенной из средней пробы. Из навески отбирают произвольно 250 целых семян гороха и в сетке опускают их на 1 мин в чашку с теплой водой (+30°C). Семена начинают набухать, и одновременно увеличивается размер "пробочек". Затем сетку с семенами гороха переносят на 20–30 с в 1%-ный свежеприготовленный раствор марганцовокислого калия (на 1 л воды 10 г  $\text{KMnO}_4$ ). При этом окрашиваются в темный цвет не только "пробочки", но и поверхность семян в местах повреждения. Излишек краски с поверхности семян удаляют путем погружения сетки с семенами в холодную воду. Пребывание в течение 20–30 с окрашенных семян в холодной воде возвращает ему нормальный цвет при сохранении у зараженных семян темной выпуклой "пробочки".

Извлеченные из воды зерна быстро просматривают на фильтровальной бумаге. К подсчету зараженных зерен следует приступить немедленно, не давая зернам подсохнуть, иначе окраска "пробочек" исчезнет.

Зараженные семена гороха характеризуются круглыми выпуклыми пятнами размером около 0,5 мм, равномерно окрашенными в темный цвет "пробочками", которые оставила самка долгоносика после откладывания яиц.

Не относят к зараженным семена:

- с круглыми пятнами, с интенсивно окрашенными краями и светлой серединой, которые представляют собой места питания долгоносиков;
- с пятнами неправильной формы в местах механического повреждения.

Зараженные семена разрезают и подсчитывают количество живых личинок, куколок или жуков долгоносиков.

Содержание семян, зараженных в скрытой форме ( $X_3$ ) в процентах вычисляют по формуле:

$$X = n_3 : n \times 100, \%$$

где  $n_3$  – количество зараженных семян, шт.,

$n$  – количество семян, отобранных для анализа, шт.

Результаты определения зараженности зерна (семян) вредителями анализируют и делают выводы о соответствии образца зерна.

#### **5.4. Определения порогов вредоносности сорняков**

Вредоносность сорняков определяется не столько численностью, сколько величиной их надземной массы в посеве в среднем в расчете на 1 м<sup>2</sup>. Однако при оценке возможной вредоносности сорняков не следует игнорировать и численность сорняков в посевах. Массовое появление всходов сорняков в начале вегетации предопределяет возможность сильного засорения культур, особенно в годы с достаточным увлажнением. При низкой засоренности затраты материальных и денежных средств, направленных на борьбу с сорняками, могут не покрываться доходами, получаемыми от дополнительно сохраненного урожая. При повышенной засоренности посевов отказ от борьбы с сорняками может привести к значительному недобору урожая. Поэтому очень важно знать, при каком количестве сорняков на 1 м<sup>2</sup>, называемом порогом вредоносности, борьба с сорными растениями становится целесообразной. В зависимости от реакции культур на уровень засоренности их посевов следует различать следующие пороги вредоносности сорняков: фитоценотический, критический и экономический.

Фитоценотический порог вредоносности (ФПВ) определяет такое обилие сорняков, при котором они не причиняют культурным посевам какого-либо вреда.

Под критическим (статистическим) порогом вредоносности (КПВ) понимают такую засоренность посевов, потери от которой не превышают 3-5% фактического урожая. В этом случае борьба с сорняками оказывается нецелесообразной, поскольку стоимость дополнительного урожая не покрывается затратами на ее проведение.

Под экономическим порогом вредоносности (ЭПВ) понимают такой уровень засоренности посевов, при котором затраты на уничтожение сорняков равны в денежном выражении величине дополнительно получаемой продукции.

Обычно целесообразность борьбы с сорняками определяется возможностью получения прибавки урожая более 3-5% фактического урожая.

На полях с низкой урожайностью и низкой стоимостью продукции величина экономического порога вредоносности повышается до 7-10% урожая. Для ряда технических культур (сахарная свекла, хлопчатник, лен долгунец) она может опускаться до 1-2%. Поэтому наиболее реальное значение в практике земледелия имеет экономический порог засоренности, или вредоносности, сорняков. С одной стороны, с его помощью можно определять допустимый в посевах культур уровень сорняков, ниже которого находящиеся в посевах сорные растения не причиняют культуре экономически ощутимого вреда. С другой стороны, он позволяет прогнозировать такую эффективность истребительных мероприятий, при которой они обеспечивали бы снижение количества сорняков по меньшей мере на величину, адекватную экономическому порогу вредоносности.

Экономический порог вредоносности для озимых хлебов обуславливается наличием в посевах на 1 м<sup>2</sup> от 2 до 15 шт. малолетних двудольных сорняков (василек синий, ромашка непахучая, пастушья сумка, ярутка полевая, фиалка полевая) или от 18 до 40 шт. малолетних злаковых (метлица полевая, лисохвост полевой, костер ржаной), или от 2 до 5 шт. многолетних двудольных сорняков (бодяк полевой, осот полевой, выюнок полевой, хвощ полевой).

Экономически ощутимый ущерб посевам яровых зерновых культур наносят малолетние двудольные сорняки, если их насчитывается от 10 до 50 шт. на 1 м<sup>2</sup> посева (марь белая, редька дикая, горчица полевая, торица полевая, пикульник заметный, горец вьющийся, подмаренник цепкий), или малолетние однодольные в количестве от 5-8 (овсюг) до 100-150 (щетинник сизый) шт., или многолетние двудольные 4-10 шт. (бодяк полевой, осот полевой и т.п.), или пырей ползучий 5-20 шт. на 1 м<sup>2</sup>.

Пропашные культуры более чувствительны к сорнякам, чем зерновые культуры сплошного сева. Поэтому для них экономические пороги вредоносности значительно ниже, и по малолетним сорнякам они

составляют в посевах сахарной свеклы 1-8, кукурузы на силос - 3-10, картофеля – 3-15 и подсолнечника 18-50 шт. на 1 м<sup>2</sup>.

Для посевов льна-долгунца экономический порог составляет для малолетних двудольных сорняков 10-30 и для малолетних злаковых - от 4-6 (овсюг) до 15-20 (плевел расставленный) шт. на 1 м<sup>2</sup>.

Следовательно, наличие такого количества сорняков в посевах свидетельствует не только о целесообразности, но и о безусловной необходимости проведения мер борьбы с сорной растительностью, чтобы не допустить ощутимых потерь продукции.

### **5.5. Определение биологической эффективности применения пестицидов**

Эффективность пестицидов – это конечный результат их применения в борьбе с вредными организмами. Различают биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность применения пестицидов.

Биологическая эффективность определяется процентом гибели вредных организмов, уменьшением поврежденности и пораженности растений. Обычно она рассчитывается по формуле Эббота:

$$\mathcal{E} = \frac{A-B}{A} 100,$$

где  $\mathcal{E}$  – биологическая эффективность в процентах;

A – численность вредных организмов, поврежденность или пораженность растений до применения пестицида или в контроле;

B – то же после применения пестицида (через соответствующее время).

Эта формула достаточно проста и универсальна. Она пригодна для определения биологической эффективности борьбы против большинства вредных насекомых и сорных растений. В случае когда число вредителей на обработанной площади увеличивается, степень результативности определяется так:

$$C = \frac{P_1 \pm P_{\text{СК}}}{100 \pm P_{\text{СК}}} 100,$$

где  $P_1$  – разность между числом живых особей до и после обработки посевов;

$P_{\text{СК}}$  – изменение популяции в контроле (на участке, не подвергавшемся обработке).

Результаты учета болезней выражают унифицировано в следующих общепринятых показателях:

**Распространенность болезни** – количество больных растений или отдельных его органов (листьев, плодов, клубней) в процентах от общего числа обследованных растений. Она вычисляется по формуле:

$$P = n \times N / 100,$$

где  $P$  – распространенность болезни, %;

$n$  – число больных растений или органов;

$N$  – общее число обследованных растений в пробах.

**Средневзвешенный процент распространенности** включает не только количество больных растений, но и обследованную площадь и рассчитывается по формуле:  $P_c = \Sigma SP / s$ ,

где  $P_c$  – средневзвешенный процент распространенности болезни;

$\Sigma SP$  – сумма произведений площади полей на соответствующий им процент распространенности;

$s$  – общее количество обследованных площадей, га.

**Развитие**, или **индекс болезни**, отражает усредненную интенсивность поражения и выражается в процентах.

Развитие болезни вычисляется по формуле:  $R = \Sigma a \cdot b \times 100 / N \times K$ ,

где  $R$  – развитие болезни, %;

$\Sigma a \cdot b$  – сумма произведений числа больных растений на соответствующий им балл поражения;

$N$  – общее количество учтенных растений (здоровых и больных);

$K$  – высший балл шкалы учета.

На биологическую эффективность пестицида влияют содержание и токсичность действующего вещества, концентрация рабочих составов и норма их расхода, дисперсность распыла, степень покрытия препаратом обрабатываемой поверхности, своевременность проведения мероприятий, биологическое состояние популяции, метеорологические условия, особенности защищаемых растений и агротехники их возделывания.

## **6. МЕТОДИКИ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ.**

### **6.1. Методика закладки опытов с многолетними кормовыми культурами.**

В кормопроизводстве полевой опыт отличается рядом специфических особенностей. Объектом исследований в кормопроизводстве является не только один вид растения, но и многовидовые сообщества из луговых растений разного долголетия и возраста. Они отличаются своими биологическими и экологическими особенностями.

Среда обитания луговых растительных сообществ характеризуется более широким диапазоном экологических режимов и большим разнообразием почвенного покрова, чем это приходится наблюдать в полеводстве.

Опыты обязательно должны быть долголетними. Точность опыта изменяется по годам в широких пределах в результате складывающихся погодных условий и закономерной смены растительных сообществ.

В кормопроизводстве выделяют следующие виды опытов: 1. Лабораторно-полевые (мелкоделяночные, на делянках среднего размера, крупноделяночные); 2. Полевые в производственной обстановке.

Мелкоделяночный опыт ставят или на делянках до 10-15 кв.м, где многие полевые работы осуществляют вручную (рядовой посев по шаблону или рассадой на разных расстояниях, внесение удобрений и т.д.), или на делянках 20-25 кв.м, при этом используют конную тягу или малогабаритные машины. Делянкам придают прямоугольную вытянутую форму (например, 2х5 или 3 х 7 и т.д.), облегчающую доступ к каждой для наблюдений и учетов. «Красвой эффект» в опытах с сеянными травами погашают, засевая промежуточные дорожки изучаемыми на смежных делянках видами и травосмесями. Повторность колеблется обычно от четырех до восьми, в зависимости от заданной точности опыта. Такие опыты ставят при необходимости предварительно изучить большое количество различных вариантов, чтобы отобрать наиболее перспективные для дальнейшего изучения (например, при изучении большого количества разных травосмесей или при многовариантной схеме с удобрениями); для исследования характера действия новых удобрений и др. В последнем случае схема может состоять из немногих вариантов, приемы агротехники имитируют ручную.

Наиболее распространен в практике опытного кормопроизводстве лабораторно-полевой опыт на делянках среднего размера (60-100 кв.м). Как правило, делянки такого размера охватывают случайную природную или технически обусловленную пестроту (мозаичность). Это относится к участкам после распашки мелкокочкватого луга или к лугам после раскорчевки (расчистки) кустарниковой заросли и мелкокося, к участкам неравномерно стравленным, скошенным, при небольших отклонениях в равномерности посева семян, удобрений. Повторность делянок 3-6-кратная. Исследователи считают нецелесообразным, если количество вариантов в таких опытах превышает 12-15, так как с увеличением площади может оказывать действие почвенная неоднородность (макропестрота). Делянки в зависимости от разрабатываемого приема могут быть окаймлены значительными защитными полосами (при изучении приемов обработки почвы, орошения и т.п.).

Лабораторно-полевой опыт на крупных делянках (от 100 до 1000 кв.м) рекомендуется применять при изучении приемов, связанных с обязательным использованием крупногабаритной техники (обработка почвы различными орудиями, приемы освоения площадей после химической расчистки от древесной растительности, изучение действия дождевальных установок различных марок и т.п.).

Полевые опыты в производственных условиях на крупных делянках (500-1000 кв.м и более) применяют при проверке разработанных приемов, используя, как правило, 2-3-вариантные схемы.

В пастбищных опытах на первой стадии изучения (многовариантные, мелкоделяночные опыты) допустима имитация стравливания (периодическое скашивание травостоя при наступлении так называемой «пастбищной спелости»). Для учета фактора выпаса мелкоделяночные опыты могут быть заложены на одном из загонов пастбища.

На следующей стадии изучения тех или иных приемов опыты проводят в условиях пастбищного использования, соблюдая требования зоотехнического опыта (число и подбор животных в опытные группы).

Особое место занимает производственный эксперимент, цель которого – установить агротехническую, организационно-хозяйственную и экономическую эффективность системы мероприятий. К ним относятся изучение (сравнительная оценка) стойлового и пастбищного кормления скота, оценка правильного использования пастбищ (или пастбищеоборотов). Производственный эксперимент приобретает особенное значение в создании в каждой почвенно-климатической зоне той или иной

области одного-двух ведущих хозяйств, опережающих по уровню производства другие хозяйства зоны. Наряду с делением полевых опытов по стадиям изучения агротехнических приемов их различают и по числу изучаемых воздействий (факторов): однофакторные (простые) и многофакторные (сложные).

Однофакторный полевой опыт (по методу единственного различия) является условно аналитическим, так как в полевой обстановке тождество всех факторов, кроме изучаемого, не может быть достигнуто в той же мере, что и в вегетационном, лизиметрическом опытах, а тем более фитотронах. В связи с этим особенно важно выявлять степень исходной однородности почвенного покрова, а при закладке опыта на природных травостоях и растительного.

Многофакторные опыты (сложные) получили широкое распространение. Их преимущество в том, что они позволяют быстрее устанавливать эффективность системы приемов (по сравнению с однофакторными опытами), а также выявлять закономерности, определяющие величину урожая и его качество.

Основные требования к участкам, отводимым для закладки опытов: типичность и однородность почвенного покрова, растительности, наиболее распространенный способ хозяйственного использования, возможность проведения опыта в течение длительного срока и выполнения всего комплекса исследований. В первую очередь опыты следует ставить на типах кормовых угодий или на почвенных разностях, широко распространенных в зоне действия научного учреждения или хозяйства, особенно на типах малоизученных в отношении приемов их рационального использования и улучшения.

Выбранный под опыт земельный участок, следует детально охарактеризовать. В журнал полевого опыта вносят сведения о типе луга опытного участка, положении его на рельефе, микрорельефе, условиях увлажнения, глубине и характере грунтовых вод, типе почвы, ее гранулометрическом составе (для ранее распаханых - степень окультуренности и глубина пахотного горизонта), дернине (мощность, связность, строение), замоховелости (или лишайниковом покрове), исходном составе растительных группировок на выбранном опытном участке. Для опытов, закладываемых на осваиваемых землях, необходимы сведения о культуртехническом состоянии участка.

Важнейшим показателем однородности участка на природных сенокосах и пастбищах служит растительность. Чтобы точнее учесть

степень однородности участка, правильно определить размер делянок и их распределение, а также дать более обоснованный анализ результатов опыта, надо знать исходное состояние участка, определяемое на основе: детального геоботанического картирования, сплошного дробного учета урожая и ботанического состава травостоя делянок.

Перед картированием желательно провести нивелировку. Картирование в зависимости от размера и пестроты участка проводится в масштабе 1:600 или 1:1000 (5-10 м в 1 см); при закладке опытов на делянках по 0,5-1,0 га допустим масштаб 1:5000. Результаты картирования можно использовать как для определения размеров и размещения делянок, так и для дробного учета урожая. При закладке опытов по поверхностному улучшению и использованию природных кормовых угодий этот метод заменяет рекогносцировочные посевы в опытах на распаханых землях.

При дробном учете исходного урожая весной участок разбивают на площадки 10-25 кв.м. Разбивку на площадки более крупных размеров применяют, если опыт ставят с учетной площадью делянок 300 кв. м и более. По углам площадок забивают колышки или металлические шпильки. Урожай определяют отдельно на каждой площадке. Перед скашиванием отмечают высоту травостоя, полноту, преобладающие растения. Траву взвешивают сразу после скашивания, при этом берут пробу весом 1 кг на усущку. При отсутствии резких различий в составе травостоя на усущку допустимо брать одну пробу с 5 или 10 площадок.

После определения усущки и урожая на каждой учетной площадке полученные цифры наносят на план участка. Места, резко отклоняющиеся по урожайности, выбраковывают.

Объединяя урожай с 2, 3, 5, 10 учетных площадок, можно при математической обработке вычислить необходимую повторность для различных величин учетных делянок при заданной ошибке опыта. Вначале определяют среднюю квадратическую ошибку отклонений от средней величины для учетной площадки и различных комбинаций учетных площадок (2,3,5 и т.д.) по формуле:

$$\sigma = \frac{\pm \sqrt{\sum a^2}}{n}, \text{ где}$$

a - отклонение отдельного показателя от средней,

n - число учетных площадок.

Зная  $\sigma$ , можно вычислить вариационный коэффициент (v) по формуле:

$$V = \pm \frac{100 \delta}{M}, \text{ где}$$

$M$  – среднее арифметическое, а также необходимое число (повторность) делянок ( $n$ ) при заданной величине делянки (для которой вычислены  $\delta$ ) и точности опыта ( $m\%$ ) по формуле

$$n = \left( \frac{V}{m\%} \right)^2$$

Исходное состояние следует учитывать при проведении всех опытов на природных кормовых угодьях. Хотя при этом закладка их откладывается на один год, зато увеличивается точность опыта. В некоторых случаях опыты можно ставить и в год учета исходного состояния, например, при изучении эффективности удобрений на двухукосных лугах, когда исходное состояние определяют в первом укосе и сразу после уборки урожая вносят удобрения. Учитывая медленное развитие всходов в ненарушенных сообществах кормовых угодий, в год учета исходного состояния можно начинать опыты с подсевом, если опыт не сопровождается нарушением растительности механической обработкой почвы и др. Подсев можно проводить весной (или осенью, или под зиму в предыдущем году), а учет урожая – в период полного развития трав.

При постановке опытов на ранее распаханых участках по созданию сеяных сенокосов и пастбищ целесообразно использовать для рекогносцировочного посева быстроразвивающийся многолетний злак (например, тимopheевку, райграсы) и проводить дробный учет первого укоса. Высевать траву лучше осенью в год, предшествующий закладке опыта. Если в опытах высевали одну травосмесь, то допустим дробный учет урожая этой травосмеси до наложения вариантов. При высеве изучаемых травосмесей под покров ориентировку в степени выравненности почвенного плодородия может дать учет покровной культуры по делянкам, разбитым на основании детального почвенного картирования.

## **6.2. Методики определения выживаемости и перезимовки многолетних трав, развития и накопления корневой массы растений.**

*Фенологические наблюдения* должны быть по возможности количественными, то есть, в каждый срок следует определять, хотя бы

визуально, процентное соотношение особей, находящихся в различных фенологических фазах (вегетативное состояние, бутонизация, цветение, плодообразование и т.д.).

На природных лугах нередко большая часть взрослых особей некоторых видов растений в течение всего вегетационного периода находится в вегетирующем состоянии. В этом случае в период цветения соответствующих видов определяют соотношение вегетирующих и генерирующих особей или отмечают интенсивность цветения (растение не цветет, единичное, умеренное или обильное цветение), а затем в соответствующие даты устанавливают количественное соотношение генерирующих особей, находящихся в разных фенологических фазах.

Фенологические наблюдения следует сопровождать измерением высоты растений.

Необходимо заранее наметить программу фенологических наблюдений, то есть определить варианты опытов и виды растений, которые будут служить объектами наблюдений. Например, в опытах с удобрениями, проводимых по восьмерной схеме (О, N, P, K, PK, NK, NP, NPK), часто можно ограничиваться фенологическими наблюдениями в трех вариантах (контроль, PK и NPK), а в остальных отмечать лишь отклонения.

Для сокращения объема работы в некоторых вариантах (иногда во всех) фенологические наблюдения проводят лишь перед учетами урожая.

На природных кормовых угодьях в состав растительных группировок входят 30-60 видов растений, или больше, поэтому нужно ограничиться видами, определяющими урожай, по которым наиболее удобно устанавливать рациональные сроки использования угодий. В некоторых случаях приходится расширять список наблюдаемых видов, потому что под влиянием изучаемых воздействий или метеорологических условий в отдельные годы резко увеличивается в травостое содержание видов, не имевших ранее существенного значения.

В опытах с сеянными травостоями наблюдения проводят за всеми высеянными видами.

При длительных опытах в список наблюдаемых растений включают виды, которые с течением времени появляются в сообществе в значительных количествах. В опытах с подсевом трав фенологические наблюдения обязательно проводят над подсеянными видами.

Во второй половине вегетации многолетники вторично кустятся. Некоторые из них также колосятся, образуют бутоны, цветут и т.д. В этом случае, обозначая соответствующие фазы, пишут «повтор», то есть «повторное». Наблюдения за ходом фенофаз растений ведут не реже одного раза в 5-10 дней на каждой опытной делянке (допустимо на двух повторностях опыта). Для определения высоты измеряют не менее десяти растений. При измерении генеративных и вегетативных побегов согнутые растения выпрямляют по линейке. Вегетативные побеги достигают максимальной длины в период интенсивного развития листьев. Высоту растений записывают в дневник в виде дроби, числитель которой обозначает высоту генеративных побегов, а знаменатель - вегетативных. При измерениях нулевая отметка мерной линейки должна находиться у поверхности почвы. Ниже приведена форма полевых записей, наименование фаз и условные их обозначения.

На сеяных сенокосах и пастбищах важно проводить наблюдения за условиями **перезимовки растений** и отмечать повреждения, вызываемые метеорологическими условиями: вымерзание (сильные морозы без снежного покрова или при небольшой его высоте), выпревание (талая или слабо промерзшая земля под высоким снежным покровом), обычно сопровождаемое снежной плесенью и другими грибными заболеваниями, вымокание (застой талых вод), выпирание растений (неоднократная смена оттепелей морозами или замерзание переувлажненной сверху почвы), наличие ледяной корки, притертой (слой льда смерзается с почвой) или в виде прослойки в снегу (висячей).

Таблица 70. Форма дневника для наблюдений за развитием растений через каждые 5 дней

| № | Растение | Дата наблюдения |   |             |      |   |             |
|---|----------|-----------------|---|-------------|------|---|-------------|
|   |          | 10/V            |   |             | 15/V |   |             |
|   |          | фаза            | % | высота (см) | фаза | % | высота (см) |
|   |          |                 |   |             |      |   |             |

В нормальных условиях зимовки пробы на оживление берут один раз в конце зимы, в неблагоприятные зимы - после периодов опасных для растений (сильные морозы при малом снежном покрове, смена длительных оттепелей сильным морозом и т.д.). Повторность проб 2-кратная, отбирают их по меньшей мере с двух повторностей каждого

варианта. Учетные площадки размером 50х50 см (0,25 кв.м;) выделяют осенью и намечают по углам колышками. Более детальные наблюдения проводят по инструкциям, опубликованным в руководствах для агрометеорологических постов.

**Изучение корневых систем травянистых растений.** Отбор проб почвы с корнями. Почвенные пробы для учета массы корней можно брать буром, шаблоном или вырезая монолиты. На сеяных культурных лугах при сплошном травостое целесообразно использовать бур системы Некрасова. Пробы буром берут в 10-кратной повторности по горизонтам, для получения более точных показателей количество проб увеличивают до 20.

На рядовых посевах трав, а в южных районах при более разреженных травостоях применяют бур большого размера, квадратного (или прямоугольного) сечения, высотой 43 см (С.С. Шаин). Бур забивают в почву на глубину 40 см (деревянной кувалдой). В одной его стенке через каждые 10 см расположены пазы, позволяющие при помощи специальных ножей разделить монолит на четыре части. На части Фура, возвышающейся над поверхностью на 3 см, с двух сторон имеются отверстия, в которые вставляются крючки, облегчающие выемку его из почвы. Бур снабжен металлической крышкой.

Бур можно изготовить в мастерской опытного учреждения сечением 10х10, 20х20, 10х20 см или других размеров в зависимости от условий опыта.

На рядовых посевах бур накладывают так, чтобы его сечением захватывался рядок (посредине) и половина междурядья с одной и другой стороны.

Для учета количества корневой массы таким буром на выровненном травостое берут не менее трех - четырех монолитов. При более разреженном травостое или при некоторой пестроте его повторность следует увеличить до шести - восьми. Если выемка корней на значительную глубину не требуется, можно применять металлические шаблоны с боковыми стенками, длиной до 10 или 20 см.

Можно применять также рамочный способ выемки корней (по Н.Э. Станкову). Для этого на расчищенную от наземных частей растений площадку накладывают складную рамку требуемого сечения (20х20; 30х30; 20х30 см и т.д.), которую прикрепляют к почве гвоздями (шпильками). Почву внутри рамки обрезают острым ножом по рамке, разрезают на части, выбирают совком на глубину 0-10 см и складывают в

мешок, следующий слой почвы – 10-20 см – кладут в другой мешок и т.д. Выемку почвы с корнями можно проводить и по генетическим горизонтам.

Учитывают корни один раз или более в сезон. Корневую массу трав определяют в зависимости от задач исследования ежегодно или с перерывами (через 1-2-3 года).

Отмывка корней проводится в 2 этапа, сначала пробу или монолит намачивают в тазу и затем промывают через систему сит, установленных одно над другим. Сита помещают над резервуаром, из которого непрерывно текут промывные воды. На первом сите с отверстиями 1 мм задерживаются крупные корни, комки почвы, камни, на втором (0,5 мм) остаются более мелкие корни и крупнозернистая часть леска, на третьем (0,25 мм) в основном задерживается масса деятельных корней и на четвертом сите (0,15 мм) - песок в смеси с очень мелкими корнями, просматриваемыми только в лупу. Почвенную пробу промывают до тех пор, пока вода из-под сит не станет прозрачной. Далее приступают к тщательной отмывке каждой фракции. Содержимое первого сита выкладывают в таз и заливают водой. Корни всплывают, их вновь пропускают через систему сит, указанную выше. Крупные корни задерживаются на первом сите; на втором, третьем и четвертом - оседают соответствующие фракции корней, случайно оставшиеся при первой отмывке на первом сите. Той же операции подвергают содержимое второго и третьего сит.

Фракция мелких корней в смеси с песком на четвертом сите отмыванию не подлежит. В дальнейшем ее обрабатывают методом сжигания.

После промывки монолита или почвенной пробы остаются четыре фракции: крупные корни; сор, смешанный с корнями; мелкие корни (второе и третье сита); песок, смешанный с корнями (четвертое сито). Первые три фракции сушат до постоянного веса и взвешивают, последняя сушке не подлежит.

Во фракции сора, смешанного с корнями, необходимо отделить пинцетом сор от корней и учесть их от -дельно. Для этого нужно взять среднюю пробу весом 5-10 г, отобранные из нее корни взвесить и вычислить вес их в данной фракции.

Четвертая фракция корней, смешанная с песком, состоит из молодых поглощающих корней. Отделить их от песка можно методом сжигания. В этой фракции содержатся корни, песок, иногда углекислые соли, гипс. Для удаления углекислых солей фракцию переносят на высушенный и

взвешенный фильтр и промывают 3%-ной соляной кислотой до исчезновения солей. После промывки кислотой фракцию неоднократно промывают дистиллированной водой для удаления остатков растворенной соли и соляной кислоты. Затем фильтр, на котором остаются корни и песок, переносят в заранее взвешенный тигель и ставят в сушильный шкаф. Фракцию просушивают до постоянного веса, являющегося исходным для дальнейших пересчетов, и переносят в муфельную печь. После прокаливания, когда в золу превращается вся корневая масса, тигель вынимают из муфельной печи, помещают в эксикатор и взвешивают вторично. В тигле остаются песок, зола от корней и фильтра. Из исходного веса песка вычитают вес фильтра.

Далее определяют вес золы корней. Для этого берут навеску чистых корней в 1 г из того же горизонта, но из другой фракции и сжигают. Затем проводят пересчет по формуле:

$$X = \frac{a}{1 - v}, \text{ где}$$

X – вес корней, а – вес органической части (сгоревшей), v – вес золы 1 г чистых корней. Вес органической части корней (а) равен разности между весом навески до сжигания, и после сжигания.

Мелкие корни отделяют от минеральной части наэлектризованной эбонитовой палочкой.

Отмытую массу корней в монолите можно разделить на крупные, толстые корни диаметром больше 1 мм и тонкие диаметром меньше 1 мм, затем учесть их вес.

Если позволяют условия, корни отмывают более простым способом. Монолит с корнями на 10-12 часов (на ночь) помещают в ведро или таз с водой. Затем в этой воде руками (в резиновых перчатках) тщательно растирают комки почвы. После отстаивания камни и песок оседают на дно, корни и сор всплывают на поверхность. Воду из таза сливают на сито с отверстиями 0,5 или 0,25 мм. На сито попадают корни, мертвые органические остатки (сор), взвешенные пылеватые и илистые минеральные частицы. В таз с оставшейся на дне массой наливают воду, снова тщательно растирают комки, взмучивают раствор, чтобы освободить корни, связанные с мелкими частицами почвы. Жидкость из таза сливают в то же сито с корнями. Такую операцию повторяют 3-4 раза. Для этих работ удобно иметь глубокое продолговатое сито

прямоугольного сечения, в котором корни промывают до тех пор, пока вытекающая из сита вода не станет прозрачной. После этого корни при помощи струи снова переносят в таз. В него наливают воду, все содержимое перемешивают и опять сливают на сито. Эту операцию осуществляют, чтобы удалить случайно попавшие вместе с корнями минеральные частицы. В сите корни еще раз промывают струей воды. В дальнейшем разбирают образец, состоящий из корней и сора (органического). Но при таком способе отмывки теряют самые мелкие, деятельные корни.

Когда отмывку проводят в проточной воде или в большом резервуаре, можно пользоваться приспособлением, значительно облегчающим процесс работы. Образец помещают в ведро с сетчатым (0,5 или 0,25 мм) дном, в него наливают воду и ведро закрепляют в проточной воде, комки почвы растирают, все мелкие минеральные и органические частицы одновременно удаляются через сетчатое дно. Остающиеся в ведре корни, сор и крупные минеральные частицы переносят в таз с водой, взмучивают и содержимое снова сливают в ведро. На дне таза остаются крупные минеральные частицы, а в ведре – корни и органический сор. В дальнейшем корни отбирают в образце пинцетом.

Для изучения целых корневых систем растений применяют метод, разработанный А.А. Часовенной. Этот метод заключается в следующем: монолит определенного объема окапывают в поле и помещают в сетку с отверстиями 0,8-0,4 мм. Сетка вместе с помещенным в нее монолитом должна быть не очень тяжелой, удобной для переноски. Затем, предварительно намочив монолит, его промывают прямо в сетке. После окончания операции остается отмытая корневая система, связанная с надземной частью растений. В таком виде можно определить объем корневой системы и сфотографировать ее. Недостаток метода – потеря мелких корней.

Если в течение суток выделить корни из монолита невозможно, то его хорошо высушивают. Выделенные впоследствии из высушенных монолитов корни нельзя использовать для химического анализа; химическому анализу подвергают только свежееотмытые корни. Собранные при различных способах отмывки корни стерилизуют в аппарате Коха, а затем высушивают до постоянного веса.

Определение объема корней можно проводить погружением их в мерный цилиндр, количество вытесненной воды и будет выражать объем корней. Объем корней определяют также методом М.С. Шалыга:

корни помещают в пустой градуированный цилиндр определенной ёмкости. Затем водой из бюретки или второго цилиндра такой же емкости, в которой она долита до верхней метки, заполняют цилиндр с корнями до верхней метки. Содержимое последнего тщательно размешивают для уничтожения пузырьков воздуха. Количество оставшейся в цилиндре или бюретке воды и будет составлять объем корней. Если эту работу проводят с высушенными корнями, их предварительно в течение – 2-3 часов намачивают для восстановления первоначального объема. После намачивания корни переносят на фильтровальную бумагу, слегка обтирают и обжимают.

Более точно объем корней определяют при помощи прибора - объеммера (метод Сабина-Колосова), представляющего собой стеклянный цилиндр, достаточно глубокий, чтобы в него можно было поместить корни или резервуар с корнями. Из закругленного дна цилиндра выходит трубка, конец которой загнут вверх, параллельно цилиндру, но не выше, чем на 3-4 см от его дна. Стеклянная трубка при помощи каучуковой трубки сообщается с градуированной пипеткой на 1 -2 куб. см. Пипетка может быть установлена под любым углом к укрепленному в штативе стеклянному цилиндру.

Техника определения объема корней следующая: в стеклянный цилиндр наливают воду, а градуированную пипетку, сообщающуюся с цилиндром, устанавливают на такой высоте, чтобы мениск воды показался у границы измеренной части пипетки, обращенной к каучуковой трубке.

Прежде всего, отсчитывают положение мениска пипетки, а затем в цилиндр погружают корневую систему. Уровень воды при этом повысится и соответственно изменится положение мениска в пипетке. Отмечают новое положение мениска в пипетке  $a_2$ , после чего корни вынимают из цилиндра. Вода стекает с них обратно в цилиндр. Кроме того, если нужно, в него добавляют столько воды, чтобы мениск занял первоначальное положение  $a_1$ . Затем из бюретки воду наливают в цилиндр до тех пор, пока мениск не займет положение  $a_2$ . Прилитое точно отмеренное количество воды из бюретки и будет соответствовать объему погруженных корней.

Указанным способом можно определить объем корней таких растений, надземная часть которых не отделена от корней, например, отмытых по методу А.А. Часовенной.

Когда работа ведется с отмытыми корнями, взятыми буром и разделенными на различные горизонты, определить их объем

непосредственным погружением в цилиндр невозможно. В этом случае можно использовать приспособление к описанному выше прибору в вид металлического цилиндра с сетчатым дном (возможно меньшие размеры отверстий) и крышкой с отверстиями. Металлический цилиндр снабжен металлическими ушками, при помощи которых его свободно вставляют в стеклянный цилиндр и вынимают из него. Корни помещают в металлический цилиндр и закрывают крышкой. При погружении цилиндра в воду воздух через сетчатую крышку выходит, а через сетчатое дно входит вода. Предварительно определяют объем пустого металлического цилиндра.

Зная объем и средний диаметр каждой фракции, можно определить и поверхность по формулам:

$$S = \frac{4v}{d}; h = \frac{4v}{\pi d^2}$$

где S – поверхность, v - объем, d – диаметр, h - длина корней,  $\pi$  - постоянная величина (3,14).

Средний диаметр корней определяют отдельно для каждой фракции. Диаметр мелких корней устанавливают под микроскопом с окулярмикрометром. Для измерения диаметра крупных корней используют штангенциркуль. Определение ведут в 50-100-кратной повторности.

Для определения активной части корней может быть использован адсорбционный метод Д.А. Сабинина, который пригоден не только для водных культур, но и для корневых систем, отмытых от почвы.

### **6.3 Методика определения видового ботанического состава травостоя.**

Для точного суждения об изменении растительности под воздействием изучаемых приемов важно учесть исходные урожайность и ботанический состав на всех делянках.

Состав растительности устанавливают либо одним из методов, изложенных выше (метод проективного обилия Раменского, метод Друде, весовой), либо на основании подсчета числа особей и побегов, либо путем скашивания с постоянных площадок травостоя, разбором его по видам растений и взвешиванием после высушивания.

Подсчет особей особенно широко применяется на кормовых угодьях с разреженной растительностью. Его лучше всего проводить на

постоянных трансектах. Для определения массы дополнительно изучают модельные кусты. Подсчет особей часто приходится комбинировать с глазомерной оценкой числового (или проективного) обилия растений.

Желателен подсчет особей и при изучении динамики ботанического состава растительности кормовых угодий с сомкнутыми травостоями, например на лугах. Такой учет численности нужен в частности для определения содержания в травостоях растений-паразитов (погребки, очанки, заразики и пр.), а также при подсеве бобовых.

При разборе растений, срезанных с постоянных площадок, по видам с последующим взвешиванием можно получить наиболее точные данные о динамике весового обилия отдельных видов растений. Однако этот метод очень трудоемок, в связи, с чем площадь учета приходится сокращать, а это может привести к тому, что устанавливаемые на учетных площадках количественные соотношения между видами недостаточно точно отразят соотношения, свойственные наблюдаемому сообществу.

Площадь, форму и число учетных площадок можно менять в зависимости от состава и структуры растительности, а также количества повторностей в опыте. Допустимы площадки и в форме квадратов, и в форме трансекта. Если площадки закладывают не на всех повторностях, важно равномерно распределить их на площади, занятой под опыт (например на 1-й» 3-й, 5-й повторностях).

Размеры учетных площадок зависят от степени однородности (пестроты) травостоя. Обычно при одной и той же площади учета более точно определить состав травостоя (и его изменения) можно при наличии большего числа мелких площадок (нежели крупных, но в меньшем количестве). Кроме того, при долготных наблюдениях возможна порча части площадок в результате деятельности землероев и муравьев, пастбы скота и т.д. Поэтому при небольшом числе площадок выборка одной-двух из них может существенно снизить точность наблюдения. Однако при большом числе, но мелких площадок резко возрастает периметр каждой учетной площадки, тоже снижающий точность учета; увеличиваются затраты труда на отбор образцов, разбор укосов, сушку и взвешивание образцов, возрастает потребность в площади для сушки и т.д. Целесообразно поэтому закладывать площадки по 1 кв. м или еще лучше 0,25 кв. м. Общая площадь учета в большинстве случаев на лугах должна составлять не менее 4-5 кв. м. На кормовых угодьях с

разреженной растительностью следует закладывать не менее 10 учетных площадок по 1 кв. м.

При необходимости уменьшить объем работы лучше сократить число вариантов опыта, а не площадь учетных площадок.

При 4-5-кратной повторности делянок и общей площади учетных площадок 4-5 кв. м нужно на каждой делянке размещать одну учетную площадку в 1 кв. м или по 4 площадки 0,25 кв. м и т.д. Площадки намечают одновременно с разбивкой делянок опыта. Если площадок много, их располагают на равных расстояниях одна от другой. При закладке по одной площадке на делянку важно выбрать типичное место. При наличии комплексности растительного покрова учетные площадки приурочивают к определенным элементам комплекса, и тогда общая площадь учета соответственно увеличивается.

Границы учетных площадок отмечают колышками или металлическими шпильками, но так, чтобы они не мешали уборке урожая машинами. Целесообразно ежегодно весной натягивать на колышки шнур, чтобы облегчить последующие учеты на густых травостоях.

Растения с постоянных площадок всех вариантов опыта нужно срезать одновременно (или по повторностям), если схема опыта не предусматривает изучения сроков использования. При изучении сроков использования траву скашивают непосредственно перед учетом урожая по соответствующим вариантам. Срезанную траву разбирают по видам в свежем состоянии. Можно разбирать по видам лишь разнотравье и бобовые, а злаки и осоки выделять в общую группу, чтобы позднее, в камеральный период более квалифицированные работники разделили их по видам. В разобранных образцах подсчитывают число генеративных и вегетативных побегов (выделяют удлиненные вегетативные побеги), после чего каждый образец помещают в бумажный пакет, на котором надписывают номер площадки, название растений и дату учета. Затем образцы высушивают (лучше в сушильном шкафу) и взвешивают.

Растения можно разбирать и в сухом состоянии, стараясь при сушке и хранении избегать их раструсивания, но даже при соблюдении мер предосторожности затраты труда возрастают, а точность работы снижается (по сравнению с разборкой в свежем состоянии).

Результаты учетов выражают в абсолютных цифрах (в г на 1 кв. м) и в относительных цифрах (в процентах к весу общей массы и к весовому обилию в исходном состоянии).

**Учет структуры сообщества.** При изучении динамики видов определяют исходное численное соотношение видов в созданном сообществе и дифференциацию особей каждой популяции (вида) по мощности (крупные, средние, мелкие), т. е. структуру сообщества. В дальнейшем изучают продуктивное долголетие видов, смену их другими.

Определение численного соотношения растений разных видов и сопряженной с ним мощности особей (кустистость, облиственность, соотношение генеративных и вегетативных побегов по числу и по весу, их высота, общий вес) дает возможность установить, как складывается взаимосвязь между видами в сообществе, определяющая урожай и его качество. В то же время ежегодный анализ структуры сообщества позволяет корректировать на следующий год приемы подкормки и режим стравливания сеяного травостоя для повышения устойчивости и весового обилия определенных компонентов смешанного травостоя.

Для определения полевой всхожести семян берут не менее 6-7 проб дернинок шаблоном на каждой делянке опыта (или на двух повторностях). Шаблон 30х50 см со стенками высотой 5~6 см изготавливают из 4-5-миллиметрового железа, нижние края его остро оттачивают. При междурядьях 7,5 дм он покрывает 4 рядка. Пробы в сумме должны составлять около 1 кв. м. При разбросно-рядовом посеве шаблон охватывает 2 рядка и 2 междурядья. Шаблон врезают, надавливая на него, в дернину, затем снимают.

Растения в пределах шаблона подрезают снизу ножом с самой верхней частью корневой системы (дернинки), разбирают и подсчитывают в свежем состоянии. Затем определяют процент всходов к высеванному на единицу площади количеству всхожих семян. Это позволяет оценить условия прорастания каждого вида растений, по-разному складывающиеся при изучаемых приемах или при разном составе смесей.

Зная число растений в пробах, можно определить равномерность размещения видов по площади в зависимости от изучаемого приема на основе вычисления амплитуды колебаний численности и коэффициента вариации. Для этого при неравномерности всходов берут до 14 проб в фазе массового появления всходов и контрольные через 10 дней.

Выживаемость растений определяют в разные периоды их жизни. Для этого подсчитывают число растений вышеописанным методом, как минимум, в фазу массовых всходов, перед уходом в первую зиму и после нее. В последующие годы учет проводят на пастбищах осенью ежегодно, на сенокосах - перед первым укосом. Процент выживших

растений каждого вида позволяет установить, насколько благоприятны условия, сложившиеся при том или ином воздействии, уходе и режиме использования для сохранения в травостое данного вида.

Приживаемость растений определяют подсчетом количества укоренившихся особей (в процентах) по отношению к высеванным всхожим семенам.

Мощность растений разных видов устанавливают в тех же пробах одновременно с подсчетом их количества. Пробы в свежем состоянии разбирают по видам, определяют количество генеративных и вегетативных побегов каждого растения, их высоту. Затем корни обрезают и после высушивания (если свежие пробы хранят в холодильниках, растения взвешивают и в сыром и сухом состоянии) определяют вес сухой массы растений каждого вида и средний вес куста.

Количество особей всех видов можно достаточно точно установить в первые 2-3 года жизни, а особей рыхлокустовых злаков в более продолжительное время. Подсчет особей корневищевых злаков по мере их разрастания заменяют подсчетом числа побегов. Стержнекорневые бобовые легко выделить в течение всего периода наблюдений. Количество растений клевера белого условно подсчитывают, по числу укоренившихся плетей.

При обработке полученных материалов определяют количество растений, побегов каждого вида и всего сообщества, приходящихся на единицу площади; процентный состав (отношений особей, побегов одного вида к общему количеству всех видов), кустистость растений разных видов, их высоту, средний вес особи.

Сопоставление этих данных по годам показывает, как изменяется численность и мощность видов, степень их жизненности, устойчивости и продуктивности в сообществах.

Мощность растений и жизненное состояние их могут резко изменяться по годам, в зависимости от метеорологических факторов. В опытах с травосмесями действие разного рода факторов устанавливают путем сопоставления с состоянием этих видов в чистых посевах.

Чтобы выяснить, каким образом сменяются популяции видов, учет численности и мощности растений на долголетних травостоях дополняют биометрическим изучением модельных постоянных кустов (особей), определением плотности насаждения и состояния появляющихся массовых всходов на закрепленных площадках.

Модельные постоянные кусты разделяют по кустистости и высоте особей на группы: относительно крупные, средние и мелкие кусты (или высокие, низкие, средние). В травостое каждого варианта выделяют не менее 10 крупных, средних и мелких растений из тех видов, разрастание или, наоборот, выпадение которых изучается в данном опыте. Эти растения отмечают металлическими шпильками с порядковыми номерами (например, первый десяток - наиболее крупные, второй - средние и третий - мелкие). На пастбищах осенью (перед зимовкой) определяют число побегов в кусте, вес и высоту побегов; на сенокосах кусты срезают перед первым и вторым укосами на той же высоте, что и при скашивании косилкой (5-6 см).

Учет плотности растений проводят по методу П.А.Вошинина при помощи прямоугольной деревянной рамки (100 x 50 см) с проволочной или нитяной сеткой, разбивающей учетную площадку на 50 ячеек по 10 x 10 см. Десять ячеек, расположенных по длинной стороне площадки, составляют одну учетную секцию, следовательно, учетная площадка состоит из 5 секций. Для удобства и точности работы проволочную или нитяную сетку можно заменить передвижным металлическим шаблоном (рамка на одну секцию), перекладываемым по мере учета в гнездах (желобах), вырезанных в коротких бортах рамки через каждые 10 см. На разбросных посевах способ наложения рамки не имеет значения, на чистых посевах или травосмесях, часть или все компоненты которых высеяны в рядки, рамку следует накладывать поперек направления рядков.

Площадки закрепляют металлическими шпильками и на них ежегодно накладывают рамку. Счет ведут в одном и том же порядке. Повторность 4-кратная (2 кв. м). Плотность растений на пастбищах определяют после последнего стравливания, на сенокосах - после второго укоса. В каждой ячейке рамки, в пределах каждой секции, устанавливают наличие изучаемого вида, то есть его живых дернинок, кустов, побегов или всходов.

Результаты учета растений в каждой секции вносят в соответствующую клетку полевого учетного бланка. Каждому компоненту в полевом бланке отводят отдельную строчку.

В каждой клетке записывают укоренившиеся в ее границах растения. Растения, укореняющиеся в смежных клетках и заходящие в данную клетку надземной частью (листом, стеблем), в расчет не принимают. Растения, имеющие надземные ползучие и укоренившиеся столоны (например, клевер белый), регистрируют вне зависимости от места

укоренения, но лишь в том случае, если проходящий через данную клетку стolon несет в пределах ее живые листья и цветоносы. Учет рекомендуется проводить вдвоем: один осматривает травостой, другой ведет записи.

Таблица 71. Полевой бланк учета плотности растений (форма)

| Вариант опыта | Исследуемый вид | Дата учета | № накладок | Номер секции |   |   |   |   | Сумма показаний | Плотность, % |
|---------------|-----------------|------------|------------|--------------|---|---|---|---|-----------------|--------------|
|               |                 |            |            | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 |                 |              |
|               |                 |            |            |              |   |   |   |   |                 |              |

При дальнейшей обработке полученных данных складывают показания отдельных секций, и результат заносят в графу «сумма показаний». Затем суммы показаний отдельных накладок (в пределах делянки) складывают и делят на число накладок. Полученное частное (М) выражают в процентах к общему числу клеток в одной накладке. Это и будет средний показатель плотности на данной делянке. Его заносят в графу «плотность (в %)». Этот показатель характеризует плотность размещения растений данного вида, а при ежегодном учете – степень постоянства исходной плотности.

Однако очень близкие показатели плотности могут быть получены в сообществах различного характера.

Например, какой-либо вид в чистом посеве или в травосмеси может иметь одинаковую плотность растений и на второй и на шестой год жизни. Но в первом случае он может быть представлен жизнеспособными нормально развитыми кустами, а во втором – дернинками значительно одряхлевшими, лишь с отдельными живыми побегами. В связи с этим при каждом наложении рамки, помимо количественных показателей плотности, в полевом бланке по каждой секции следует сделать условную (буквенную) отметку о жизненности растений изучаемого вида. Рекомендуется отдельно отмечать: 1) молодые, слабо раскустившиеся растения или всходы, условно обозначая их буквой А (обычно наблюдаются в годы пользования при наличии самосева или прорастания твердых семян бобовых); 2) нормально развитые кусты, дернинки и побеги взрослых растений, обозначают их буквой Б; 3) частично отмершие кусты и дернинки с отдельными живыми побегами обозначают буквой В.

Растительное сообщество часто бывает смешанным. Наряду с мас-сой всходов (А) могут встречаться хорошо укоренившиеся и раскустив-шиеся растения (Б). В этом случае в бланк для соответствующей секции заносят оба обозначения. Преобладающее ставят на первом месте (АБ).

Наблюдения за появляющимися всходами новых растений целесо-образно вести на дополнительно выделяемых площадках. Отмечают виды растений наиболее хозяйственно ценные, или сорные (например, на пастбищах - клевер белый и кульбабу осеннюю). Определяют их число по укоренениям в каждой просматриваемой клетке и их состоя-ние – всходы злаков, розетки разнотравья или бобового в первый год наблюдения; во второй и последующий годы отмечают количество кле-ток, занимаемых растением при разрастании или, наоборот, выпадение ранее зафиксированных в клетке особей. Учитываемые виды отмечают условными обозначениями на карточке в клетке, соответствующей той, где они обнаружены при наложении рамки в натуре. Обработывая кар-точки, устанавливают число особей изучаемых видов и занимаемую ими площадь (по количеству клеток, в которых этот вид зафиксирован).

**Изучение динамики побегообразования у злаков.** Число побегов злаков изменяется по мере роста и развития их в течение одного сезона, а также с возрастом от года к году, под влиянием метеорологических и прочих условий, под влиянием изучаемых приемов. В зависимости от задач исследования учитывают число побегов в течение вегетации один или два раза (весной и осенью), либо систематически с весны до позд-ней осени (а иногда и зимой) для выяснения сезонного ритма побегооб-разования. Учеты проводят или ежегодно или только при закладке и в конце опыта (если он продолжается не более пяти-шести лет), чтобы выяснить суммарное за ряд лет воздействие на побегообразование изу-чаемых приемов.

Определяют число побегов кустовых злаков на отдельных особях, а число побегов корневищевых (одну особь корневищевых злаков от дру-гой отделить трудно) - на площадках. При изучении сезонного ритма побегообразования и динамики его в течение ряда лет наблюдения це-лесообразно вести на постоянно закрепленных (фиксированных) особях или на постоянных площадках. Чтобы выяснить влияние на побегооб-разование изучаемых приемов, очень важно учесть исходное состояние, то есть определить число побегов на фиксированных особях и площад-ках в различных вариантах опыта до начала воздействия.

Подсчет побегов достаточно трудоемок, поэтому в большинстве случаев динамику побегообразования приходится изучать лишь в основных вариантах опыта, причем в число их обязательно следует включать контроль. Число кустов, которое следует взять для подсчета побегов, зависит от состава популяции изучаемого вида. В сеянных травостоях, образованных одновозрастными особями, можно ограничиться меньшим числом кустов (нередко 25), в то время как на природных кормовых угодьях (с разновозрастным составом популяции) их должно быть больше. Начиная работу, целесообразно подсчитать число побегов 50-100 особей, а затем, проведя математическую обработку полученного цифрового материала, определить число кустов, которые следует взять под наблюдение (большой частью достаточна точность  $\pm 10\%$ ). При длительных наблюдениях, особенно на пастбищах, следует вести наблюдения за большим числом особей, чем при однократных учетах, так как часть особей может отмереть.

Чтобы избежать субъективного подхода при выборе кустов для подсчета побегов, следует использовать принцип случайности или же брать все, кусты подряд в пределах трансекта шириной 20-25 см. В зависимости от числа особей на единицу площади длина трансекта может изменяться. В углах трансекта устанавливают колышки или металлические шпильки, на которые весной низко над почвой натягивают шпагат или мягкую проволоку. Каждую особь отмечают пронумерованной этикеткой. Координаты расположения особей (расстояние от сторон трансекта) и номер особи заносят в полевой журнал, куда записывают данные подсчета побегов.

Подсчет побегов, особенно при однократных учетах, можно проводить и на мелких площадках 10x10 см. Таких площадок в травостоях с одним видом злаков следует закладывать не менее 100, а в смешанных травостоях значительно больше. Площадки выделяют шаблоном ('вилочкой'), сделанным из толстой проволоки. Их распределяют по принципу случайности. Однократный подсчет побегов проводят перед урожаем основного укоса (или стравливания). При детальном изучении сезонного ритма побегообразования учеты ведут весной (после таяния снега), перед выходом в трубку, в фазу колошения, цветения, спелых семян, отмирания генеративных побегов вторичного кущения, перед уходом в зиму.

На пастбищах побеги подсчитывают весной (после схода снега), перед каждым стравливанием, перед уходом в зиму или весной, перед первым или вторым стравливанием и на второй год, перед уходом в зиму.

При изучении изменений побегообразования с возрастом растений подсчет побегов начинают с первого года жизни. В первый год проводят учет по фазам фенологического состояния и перед уходом в зиму, в последующие, как минимум, при сенокосном использовании - перед первым укосом (или рано весной, перед скашиванием, перед уходом в зиму); на пастбищах - перед первым стравливанием и перед уходом в зиму. Подсчитывая побеги перед учетом урожая, целесообразно их срезать для определения среднего веса. Раздельно подсчитывают число укороченных вегетативных побегов, удлиненных вегетативных побегов, генеративных побегов, а также отмерших.

Определение лишь численности побегов не вскрывает сезонной динамики побегообразования, наряду с возникновением их идет отмирание. При более детальных исследованиях все перезимовавшие побеги, а также все возникающие отмечают цветными нитками (или этикетками на цветных нитках), причем сроки учета отмечают нитками разного цвета. Во время учетов отмечают состояние побега (живой, мертвый). Такие наблюдения, если их вести ряд лет, дают представление о сезонном ходе образования побегов и отмирания их, о продолжительности жизни побегов, о продолжительности пребывания их в укороченном состоянии. Однако такие исследования очень трудоемки, и проводить их удается лишь на ограниченном числе растений.

Таблица 72. Примерная форма записей при подсчете побегов:

| Вид растения       | Тип побегов              | Состояние        | Номер площадки или куста |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                    |                          |                  | 1                        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Тимофеевка луговая | Генеративный             | Живой<br>Мертвый |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                    | Удлиненный вегетативный  | Живой<br>Мертвый |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                    | Укороченный вегетативный | Живой<br>Мертвый |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |

Подсчитывать побеги удобно двум работникам: один ведет подсчеты, называя вслух количество живых и мертвых побегов, их принадлежность к тому или иному типу, а другой вносит соответствующие

цифры в таблицу, Определяя кущение, можно одновременно измерять высоту побегов. Данные о кущении и динамике этого процесса позволяют судить о жизнестойкости растения, о реакции его на те или иные факторы среды и приемы воздействия.

При учете побегов на выкопанных кустах можно определить, сколько поколений побегов участвует в образовании куста, побеги каких поколений перешли в генеративную фазу или остались в вегетативной, а также в каком ярусе расположены те или иные побеги на узле кущения (что влияет на развитие и рост побегов).

**Методика анализа ботанического состава травостоя.** Ботанический состав анализируют по ботаническим группам (бобовые, злаки, разнотравье) или по видовому составу травостоя.

Весовой анализ ведут по повторностям. Рассчитывают процент каждой ботанической группы или каждого вида в анализируемой пробе, а также их урожайность в общей урожайности травостоя по данному варианту. Запись ведут по форме (прилож. 16)

На основании полученных данных по повторностям рассчитывают в урожае каждой хозяйственно-ботанической группы или каждого вида растений, составляющих травостой. Расчет ведут по формуле:

$$K_o\% = \frac{(K_1 \times Y_1) + (K_2 \times Y_2) + (K_3 \times Y_3) + (K_4 \times Y_4)}{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4}, \text{ где}$$

$K_o$  – средневзвешенный процент ботанической группы или вида в урожае;

$K_1, K_2, K_3, K_4$  – процент участия группы или вида в урожае по четырем повторностям;

$Y_1, Y_2, Y_3, Y_4$  – урожайность группы или вида в ц/га по четырем повторностям.

**Определение площади листьев трав.** Количество листьев по весу имеет значение для определения качества корма, особенно при учете соотношения в урожае зеленой массы или сена менее питательных стеблей и более питательных листьев. Однако для характеристики разных видов и сортов трав (при различных агротехнических приемах) в ходе научно-исследовательской работы кроме веса листьев большое значение имеет и площадь листьев как показатель в известной мере характеризующий аппарат, синтезирующий органическое вещество растения.

Определение площади сравнительно большого количества листьев путем использования планиметра или путем нанесения контура листа на миллиметровую бумагу с подсчетом площади по числу клеток – трудоемкие операции. Высекание мерным шаблоном части листа дает недостаточно точные данные, поскольку листья растения имеют неравномерную толщину по всей поверхности и специфическое расположение проводящих пучков (жилок).

Работу по определению площади листьев можно упростить, применяя следующую методику,

1. В зависимости от задач исследования учитывают площадь листьев, приходящуюся на единицу земельной площади, на средний куст, на средний побег.

Срезают все растения многолетних трав с определенной площади, например 400 кв. см (20х20 см), или 500 кв. см (20х25 см).

При отчетливо видимом рядовом посеве можно срезать все растения с двух, трех или четырех рядков протяжением 20-25 см. Желательно количество и длину рядков выбирать так, чтобы площадь получаемой учетной площадки легко можно было пересчитать на 1 кв. м (на 10000 кв. см).

Размеры учетной площадки устанавливают, сообразуясь с количеством листьев: чем больше листьев, тем желательнее меньшая учетная площадка; чем меньше листьев, тем желательнее увеличение учетной площадки. Следует иметь в виду, что при очень большом количестве растений и листьев на учетной площадке требуется очень много времени для отделения всех листьев от стеблей, веток и для определения площади поверхности листьев. В то же время необходимо, чтобы растения на учетной площадке отражали состояние травостоя. Поэтому учетные площадки выделяют на типичном травостое не менее чем в трех повторностях, равномерно размещенных на делянке.

Для определения площади поверхности листьев одного куста срезают отдельные растения (кусты) многолетних и однолетних трав, типичные для травостоя. В зависимости от задачи исследования и разнокачественности кустов на делянке для определения берут не менее 5-10 растений-кустов (повторности).

Для определения площади листьев одного побега срезают отдельные побеги трав, типичные для травостоя. В зависимости от задачи исследования и степени разнокачественности побега в травостое (чтобы учесть

разные по высоте и облиственности) необходимо для определения брать не менее 20-30 побегов (повторности).

Срезают растения и побеги низко, на уровне почвы, учитывая и приземные листья, особенно вегетативных побегов злаковых трав, розеток бобовых трав и разнотравья.

Немедленно обрывают или срезают ножницами листья растений (отдельно с каждой учетной площадки, с каждого растения или с побега), не повреждая их поверхности. Листья срезают или обрывают у места их прикрепления к стеблю или к ветке. Срезают или обрывают также пластинки листьев бобовых трав и разнотравья, отделяя их от черенков,

Срезанные листовые пластинки в свежем виде, не давая им засохнуть, поочередно накладывают на лист бумаги и аккуратно, тонко заостренным карандашом, обводят контур каждой. Контуры могут соприкасаться, но не должны перекрывать друг друга. Для нанесения контуров листовых пластинок пригодна любая стандартная по толщине и весу листа бумага.

Зарисованные на бумаге контуры листьев затем аккуратно вырезают ножницами.

Все вырезанные бумажные контуры листовых пластинок с учетом площадки, растения или побега взвешивают на аналитических весах с точностью до 1 мг. Затем взвешивают точно отмеренный и вырезанный по площади лист той же бумаги, которой пользовались для нанесения и вырезания контуров листовых пластинок, например лист бумаги размером 25,36, 50 кв.см.

Далее исчисляют суммарную площадь всех листовых пластинок, бумажные контуры которых были вырезаны и взвешены:

ПЛ - ВК: (ВБ : ПБ),

где ПЛ - площадь листьев (в кв. см), ВК - вес бумажных контуров листовых пластинок (в мг), ВБ – вес листа с отмеренной площадью той же бумаги (в мг), ПБ - площадь листа бумаги (в кв. см).

Например, вес бумажных контуров всех листовых пластинок с куста составил 500 мг; вес 20 кв. см бумаги – 140 мг; площадь листа бумаги – 20 кв. см. Отсюда  $ПЛ = 500 : (140 : 20) = 71,5$  кв. см.

Если при учете площади поверхности листьев трав с учетной площадки количество листьев чрезвычайно велико (вследствие чего зарисовки и вырезка контуров становятся непосильными), следует срезанные листовые пластинки немедленно взвесить. Затем отвешивают часть их (например, 1/2, 1/4, 1/5, 1/10 часть), но во всяком случае не менее 30-

50 листовых пластинок. Площадь поверхности этой части листьев определяют описанным выше способом. На основании этих данных исчисляют площадь всех листьев, взятых с учетной площадки.

Например, вес листьев с учетной площадки составил 100 г, для определения площади поверхности листьев было взято только 10 г (одна десятая часть). Площадь поверхности 10 г листьев оказалась 1430 кв. см. Следовательно, умножая эту цифру на 10, мы получим площадь листьев трав со всей учетной площадки = 14300 кв. см, или 1,43 кв. м.

Зная вес зеленой и сухой массы листьев и площадь их поверхности на учетной площадке, на одном растении (кусте) или побеге, легко подсчитать площадь поверхности на 1 г, 100 г или 1 кг веса листьев, и наоборот, вес листьев, имеющих поверхность 100 или 1000 кв. см, или 1 кв. м.

Такие расчеты позволяют примерно определить площадь листьев по весу урожая зеленой массы и сена трав с единицы площади.

#### **6.4. Методика учета продуктивности луговых и пастбищных травостоев**

**Методика отбора средних образцов травы и подготовка их к анализам.** Отбирают растительные образцы в опытах на сенокосах и пастбищах обычно при учете урожая зеленой массы, сразу же после скашивания травостоя. Более точного соответствия состава средней пробы качеству общей массы урожая с делянки достигают при отборе образца из прокосов.

В опытах на сенокосах средний образец в первом укосе отбирают весом 2 кг, а во втором укосе – весом 1 кг. Его составляют из индивидуальных проб, взятых по перекрестным линиям делянки не менее чем в 20 точках. Индивидуальные пробы берут горстями с захватом небольшого количества травы на полную толщину прокосов»

На пастбищах средний образец отбирают в каждом цикле стравливания весом 1 кг. Методика отбора средней пробы зависит от применяемого способа учета урожая зеленой массы. При определении в опыте урожая методом учетных полос средний образец травы берут из прокосов так же, как и на сенокосах. Если же урожай учитывают методом учетных площадок, то средний образец травы отбирают так. Сразу же после скашивания и взвешивания с каждой учетной площадки берут по 10 индивидуальных проб травы (горстей) и помещают их в

полиэтиленовый мешочек. Затем пробы со всех учетных площадок данной делянки перемешивают, составляя, таким образом средний смешанный образец. Последний расстилают ровным слоем, из него отбирают средний образец травы; при этом берут траву небольшими пучками, не менее чем из 20 мест. Образцы с этикеткой помещают в марлевые мешочки и немедленно отвешивают заданное количество травы (1 кг) на 5-10-килограммовых весах.

Для определения содержания в зеленой массе воздушносухого или абсолютно сухого вещества средний образец травы отбирают с каждой делянки по всем повторностям опыта. Эти же образцы используют для химического анализа, а также и ботанического, когда эти анализы планируются проводить в высушенной траве. Если же проводят ботанический анализ свежей травы, то для этого берут специальный образец. В этом случае сразу отбирают пробу среднюю для всех повторностей каждого варианта; на сенокосах в первом укосе весом 1 кг, а во втором укосе и на пастбищах - 0,5 кг. Пробы берут отдельно не менее чем с трех повторностей опыта при необходимости математической обработки урожая компонентов травостоев.

Если планируется определение в урожае легко изменяющихся веществ, таких как витамины, групп углеводов, форм азотистых соединений, алкалоидов для анализов также отбирают отдельный средний образец зеленого корма. Образцы берут с делянок раздельно со всех повторностей опыта и сразу же помещают их с соответствующей этикеткой в полиэтиленовые мешочки.

***Определение сухого вещества в растительных образцах и подготовка их к анализам.*** Содержание сухого вещества в урожае - важный показатель оценки качества зеленого корма и величины урожая, так как содержание воды в траве с различных вариантов различно, кроме того, в течение дня она значительно колеблется. Урожай сухой массы определяют по средней пробе (метод пробного снопа), а не прямым взвешиванием с делянки всего урожая в сухом виде.

Определение содержания сухого вещества связано с предварительным определением влажности корма, которую обычно устанавливают последовательно в 2 приема: определение первоначальной влаги (свободная вода в траве) и определение гигроскопической воды (связанная вода).

Для определения первоначальной влаги образцы, помещенные в марлевые мешочки, высушивают в тени под навесом или в другом хорошо вентилируемом помещении.

Следует избегать прямого воздействия на образцы солнечных лучей, а также сушки на скотных дворах. В процессе сушки траву периодически ворошат в мешочке, что обеспечивает более равномерное ее просыхание. Когда масса наощупь станет сухой, пробы взвешивают на тех же весах, которые применялись и при отборе сырого образца. После первого взвешивания образцы продолжают сушить, а затем взвешивание снова повторяют. И так до постоянного веса, при этом взвешивание проводят только в сухие солнечные дни.

По достижении постоянного веса среднего образца рассчитывают первоначальное содержание влаги в траве по формуле:

$$X_1 = \frac{(B_1 - C) \times 100}{B_1}, \text{ где}$$

$B_1$  - вес образца до высушивания (в г),  $C$  - вес образца после высушивания (в г).

Содержание в траве воздушносухого вещества определяют по разности:  $100 - X_1$ . Например, при первоначальном содержании влаги в траве 72,7% выход воздушносухого вещества равен  $100 - 72,7 = 27,3\%$ . Несмотря на все предосторожности, сушка образцов в естественных условиях не обеспечивает получение надежных данных по содержанию в траве воздушносухого вещества. В этом случае степень высушивания образцов находится в прямой зависимости от влажности воздуха, которая значительно изменяется по периодам сезона.

Более точного определения а образцах травы первоначального содержания влаги, а следовательно и содержания воздушносухого вещества, достигают при досушке проб в шкафах после высушивания их в естественных условиях. Образцы в марлевых мешочках подсушивают в шкафу 4-5 часов при температуре 60-65 °С, затем осторожно вынимают и выдерживают в лаборатории (в атмосфере свободной от паров аммиака и кислот) до следующего дня, потом взвешивают.

Высушенные до воздушносухого состояния образцы травы можно использовать для определения в них веществ, мало изменяющихся в процессе естественной сушки (общий азот, «сырой» жир, «сырая» клетчатка, зола, фосфор, кальций и др.).

Подготавливают образцы к химическим анализам при общей оценке качества корма так. Если планируется проводить ботанический анализ образцов, среднюю пробу делят на две равные части. Одну из них используют для ботанического анализа. Вторую часть среднего образца измельчают на частицы длиной не более 1,5 см. Затем все пробы одноименных делянок (варианта) объединяют в средний смешанный образец. Всю массу хорошо перемешивают и размалывают на лабораторных мельницах. Степень размола растительного материала должна быть такова, чтобы он полностью проходил сквозь сито с диаметром отверстий 0,5 мм. Для этого его пропускают через мельницу несколько раз до тех пор, пока весь образец не будет пропущен через сито.

Размолотый образец распределяют тонким слоем на листе глянцевой или пергаментной бумаги, прикрывают сверху для защиты от пыли листом бумаги и оставляют на 1-2 дня в комнате. За этот срок вещество достигает воздушносухого состояния (в комнате не должно быть аммиака и других летучих соединений, которые могут поглощаться растительным образцом).

Из вещества в воздушносухом состоянии отбирают лабораторную пробу. Для этого размолотый образец распределяют в виде квадрата. Квадрат делят горизонтальными и вертикальными линиями на небольшие квадраты, из которых вещество берут шпателем на всю глубину слоя. Вес лабораторной пробы зависит от планируемого количества анализов и может составить от 50 до 200 г. Отобранную пробу перемешивают и помещают в стеклянную банку с притертой пробкой или полиэтиленовый мешочек (с этикеткой). В таком состоянии ее хранят продолжительное время (ее влажность почти не изменяется). На этом заканчивается подготовка образцов к анализу.

Для некоторых анализов требуется очень тонкий размол вещества. Тогда из лабораторной пробы берут необходимое количество его, дополнительно измельчают на мельнице «Пируэт» и просеивают через сито с отверстиями 0,1 мм.

Все результаты анализа рекомендуется рассчитывать на абсолютно сухое вещество. Урожай сенокосов и пастбищ также более правильно выражать в абсолютно сухом веществе. Для этого в приготовленной для анализов пробе определяют гигроскопическую влагу, затем рассчитывают общее количество содержащейся в траве воды. Для определения гигроскопической влажности отвешивают на аналитических весах навеску воздушносухого вещества 1,5-2,5 г и помещают в стеклянные

бюксы, предварительно высушенные в термостате в течение 30-40 мин. при температуре 100-105 °С, и взвешивают. Сушат бюксы с навесками также в термостате при той же температуре в течение 4-5 часов. По истечении этого времени бюксы с навесками вынимают из термостата и помещают на 1 час в эксикатор для охлаждения. Затем взвешивают на аналитических весах и вычисляют процент гигроскопической влаги по формуле:

$$X_2 \frac{A \times 100}{B_2}, \text{ где}$$

А – вес испарившейся связанной воды (в г), В - навеска воздушносухого вещества (в г).

Общее количество воды, содержащееся в траве, складывается из первоначальной влаги (X<sub>1</sub>) и гигроскопической воды (X<sub>2</sub>), его вычисляют по формуле:

$$A = X_1 + \frac{X_2 (100 - X_1)}{100}, \text{ где}$$

X<sub>1</sub> – первоначальная влажность травы в процентах к весу травы,

X<sub>2</sub> – гигроскопическая влажность травы в процентах к ее воздушно-сухому веществу. Выражение

$$\frac{X_2 (100 - X_1)}{100}$$

представляет собой количество гигроскопической воды в процентах к весу образца травы.

Абсолютно сухое вещество травы определяют, вычитая процент общего количества воды из 100.

По найденному проценту пересчитывают в опытах урожай зеленой массы на абсолютно сухое вещество.

При углубленном изучении того или иного вопроса средние образцы с делянок не объединяют в средний смешанный образец, а анализируют по повторностям опыта отдельно.

Определять содержание белкового и небелкового азота, отдельных видов Сахаров, полисахаридов и других веществ можно только в свежем растительном материале или после его фиксации.

Для фиксации свежие образцы в марлевом мешочку прогревают паром в аппарате Коха, или в автоклаве в течение 20-30 минут, пока ткани не потеряют ярко-зеленую окраску. Фиксацию можно проводить также и в сушильных шкафах, желательного оборудованных вентилятором, при температуре 100-105 °С в течение 20-30 минут. Чтобы поддержать такой режим, температуру в шкафу в начале доводят до 120-130 °С, так как при загрузке образцов она значительно снижается. После фиксации образцов; траву высушивают до воздушносухого состояния в тени на воздухе или в сушильном шкафу при температуре 50-60 °С, а затем взвешивают. Последняя дующая подготовка образцов к анализам проводится по ранее описанной методике.

Содержание каротина, витаминов и алкалоидов определяют только в свежих образцах. Их быстро измельчают, распределяют тонким слоем в эмалированном протеине и одним из разобранных выше способом отбирают лабораторную пробу, а затем навеску в соответствии с характером анализа.

**Методика учета урожайности.** При поделянном учете обработку данных начинают с пересчета урожая с деланки и учетной площадки на урожайность с 1 га в центнерах, или тоннах, или килограммах.

В процессе обработки данных урожай зеленой массы на сенокосах пересчитывают на сено стандартной влажности, или на абсолютно сухую или, в крайнем случае воздушносухую массу. Затем вычисляют средние урожаи по укосам или циклам стравливания по вариантам, повторностям и в сумме за сезон по опыту. После этого рассчитывают абсолютные и относительные прибавки урожая на изучаемых вариантах по сравнению с контролем.

В полевых опытах с изучением эффективности отдельных агротехнических приемов следует после каждого очередного выпаса скота подкашивать нестравленные остатки травы. Однако по разным причинам это условие не всегда выполняется, особенно в производственных опытах.

Если остатки на пастбище подкашивают регулярно, в урожай каждого цикла стравливания попадает только заново отросшая трава. Количество массы перед стравливанием в этом случае совпадает с понятием валового урожая.

Вычитая из урожая перед стравливанием (валового) остатки после выпаса животных, находят количество съеденной травы по циклам стравливания, которое принято называть фактической урожайностью пастбища (табл. 73).

Таблица 73. Расчет фактической урожайности пастбища при подкашивании остатков после каждого стравливания  
(воздушносухая масса, в ц/га)

| Цикл стравливания | Урожай перед стравливанием (валовый урожай) | Остатки после стравливания | Фактический урожай (съеденный корм) | Полнота использования валового урожая (в %) |
|-------------------|---------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1                 |                                             |                            |                                     |                                             |
| 2                 |                                             |                            |                                     |                                             |
| 3                 |                                             |                            |                                     |                                             |
| 4                 |                                             |                            |                                     |                                             |
| За сезон          |                                             |                            |                                     |                                             |

Устанавливая отношение съеденного корма к валовому урожаю, получают процент использования пастбищного корма. Определив все данные по циклам, суммируют их и находят валовой и поедаемый урожай и количество остатков за сезон. Повторив расчет по вычислению в процентах количества съеденного корма от валового урожая, устанавливают средневзвешенную полноту использования трав на пастбище за сезон.

Процент использования травы пастбища по отдельным циклам стравливания и за сезон определяют по отношению фактического урожая к учетному перед стравливанием.

Такие расчеты проводят по каждому варианту опыта; после этого составляют таблицу урожаев (валового, фактического) и полноты использования травы пастбища.

Во избежание ошибок в подсчетах необходимо в дневниках полевых работ, наряду с другими показателями, отмечать скашивались ли остатки на пастбище.

Наиболее часто урожайность травостоев укосного типа выражают в сухом веществе. Для этого берут растительные пробы с делянки, нарезают их в металлические бюксы непосредственно во время скашивания травы не менее, чем в двукратной повторности. Бюксы закрывают

крышечками и в лаборатории взвешивают. Затем высушивают при температуре 105 °С в течение 6 часов, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Так определяют вес испарившейся влаги. Для точности бюксы высушивают повторно в течение 2-х часов, и после охлаждения в эксикаторе взвешивают. Если вес массы после повторного высушивания совпадает с предыдущим, эти данные используют для дальнейшей работы. Если есть существенные расхождения – такие пробы досушивают до получения постоянного веса.

Урожайность сухой массы находят по формуле:

$$Y_{с.м.} = \frac{Y_{з.м.} \times B_1}{B_2}, \quad \text{где}$$

$Y_{з.м.}$  – урожайность зеленой массы с делянки, кг;

$B_1$  – содержание сухого вещества в зеленой массе, %;

$B_2$  – влажность зеленой массы до высушивания, %.

**Учет урожайности сенокосов.** Учитывать урожай трав на опытных делянках можно несколькими способами. На делянках до 100 кв. м расчетную массу учитывают сплошным способом. Траву при этом скашивают косилкой (удобны малогабаритные мотокосилки) или вручную, косой. Если позволяют условия, скошенную траву сушат на делянках. После этого сено с каждой делянки следует взвесить и из разных мест его взять горстями пробы по 0,3-0,5 кг крупнотравного сена или по 0,2-0,25 кг мелкотравного для определения его влажности.

В районах с неустойчивой погодой необходимо сразу же после скашивания взвесить траву, а чтобы установить вес сена с каждой делянки, перед взвешиванием взять горстями из прокосов среднюю пробу по 1-2 кг на усушку. В каждую такую пробу вкладывают этикетку, на которой указаны название опыта, вариант, номер делянки и дата учета, пробу берут в марлевый мешочек (на мешочек идет 1 м марли) или в бумагу, высушивают под навесом до воздушносухого состояния и взвешивают. Взвешивать пробы желательно минимум дважды с интервалом в несколько дней. Если изменения веса незначительны, то меньший вес следует принять за постоянный. Зная вес травы с делянки и вес средней пробы, можно вычислить вес сена с делянки в пересчете на 1 га. Например, с делянки в 100 кв. м было получено 146 кг травы. Средняя проба

с этой делянки весом 1 кг в воздушносухом состоянии имела массу 320 г. Следовательно, выход сена составлял 32% ( $320 \times 100 : 1000$ ).

Произведя соответствующие расчеты, получим урожай сена, равный 46,7 с 1 га:

$$\frac{146 \text{ кг} \times 10000 \text{ кв. м} \times 32\%}{100 \text{ кв. м} \times 100\% \times 100 \text{ кг}}$$

Вычислить вес сухой массы можно с помощью коэффициента усушки - частное от деления веса сырой травы в средней пробе на вес ее в сухом состоянии. Разделив вес травы с делянки на этот коэффициент, получим вес сена с делянки. Урожай сена с делянок приводят к 15-17% влажности (ГОСТ 4808-49) или выражают в абсолютно сухом весе. Например, урожай сена с делянки 100 кв. м получен 28,7 кг при 19% влажности. Приводят его к влажности 15% по следующей формуле:

$$X = \frac{Y (100-19)}{100-15}, \text{ где}$$

X – урожай сена при влажности 15%;

Y – урожай сена при влажности (100%-19%).

$$X = \frac{28,7 \times 81}{85} = 27,3 \text{ кг}$$

Следовательно, при влажности 15% вес сена с делянки 100 кв. м равен 27,3 кг. На крупных делянках, а также при постановке опыта на производственных участках урожай определяют путем скашивания травы с закрепленных (постоянных) площадок размером 50 кв. м и больше, иногда можно ограничиться площадками 20 или 25 кв.м. Так как при закладке опытов на больших делянках повторность их нередко уменьшают до двух, то в этих случаях на каждой делянке следует выделить и закрепить минимум две учетные площадки. На больших производственных участках для учета урожая можно применить косилки, затем в различных местах участка выделить учетные площадки от 50 до 100 кв. м и более, чтобы каждая из них по ширине соответствовала нескольким прокосам.

Предположим, что трава скошена косилкой с захватом 2,1 м. Тогда учетную площадку можно выделить шириной 6,3 м (три прокоса) и

длиной 10 или 20 м. В первом случае учетная площадь будет равна 63, во втором - 126 кв. м.

Можно выделить учетные площадки шириной 8,4 м и длиной 10, 15 или 20 м. Во избежание неточностей необходимо установить фактическую ширину путем промеров. В каждом варианте опыта выделяют 3-4 учетные площадки. Траву с них взвешивают, вес сена определяют по усушке средних проб, которые берут с каждой учетной площадки во время взвешивания растительной массы с нее.

**Учет урожайности пастбищ.** Урожайность пастбищ необходимо выражать в воздушносухой или абсолютно сухой массе, так как содержание воды резко колеблется в растениях разных видов трав и травосмесей, в тех же травах в разные периоды вегетации и даже во время учета урожая травы в утренние часы в после полудня. Урожай определяют укосным методом в ц с 1 га. Продуктивность пастбища выражают в кормовых единицах (оценивают их также по сбору протеина) и обменной энергии. Определяют эти величины непосредственно по животноводческой продукции в развернутой системе загонов или путем расчета, на основании учтенного укосным методом урожая и оценки качества корма (переваримости, питательности) прямыми или косвенными методами. Для оценки качества корма важно учитывать поедаемость его животными.

**Укосный метод.** В каждом варианте перед очередным стравливанием определяют количество травы. Для этого в различных местах делянки через определенные промежутки (без выбора «типичных» травостоев) скашивают траву на четырех-восьми учетных площадках размером не менее 2,5 кв. м (1х2,5 м) каждая. Для скашивания травостоя лучше применять малогабаритные мотокосилки. В этом случае скашивают одну-две полосы на каждой делянке по всей ее длине (из расчета не менее 10 кв. м в каждой полосе). Перед каждым очередным стравливанием учитывают урожай на новых смежных частях делянки. Скошенную массу с каждой учетной площадки тотчас же взвешивают и берут с делянки в марлевый мешочек на усушку среднюю пробу весом 1 кг для определения выхода сухой массы, ботанического и химического анализа. Если ботанический анализ проводят путем разбора растений в сыром состоянии, для этого параллельно берут вторую пробу; если не предусматривается статистическая обработка урожаев компонентов, пробы со всех повторностей каждого варианта смешивают и отбирают

среднюю весом 0,5-1,0 кг в зависимости от сложности ботанического состава и величины растений.

Если травостой делянок крупномозаичный (комплексный), урожай учитывают отдельно по растительным группировкам, предварительно определив площадь каждой из них.

По окончании пастбы скота в загоне при наличии не полностью стравленной растительности учитывают остатки, скашивая их на таком же или большем количестве учетных площадок (пестрота травостоя после стравливания, как правило, выше, чем до него) и на такой же высоте, что и перед выпасом. В мелко-деляночных опытах получают более точные данные при скашивании и взвешивании остатков со всей делянки. Определив остатки после стравливания, можно установить полноту (%) использования травостоя каждой делянки по повторностям всего варианта и охарактеризовать поедаемость отдельных видов растений на основании ботанического анализа средних проб, взятых до выпаса и после, определить количество съеденной травы за время выпаса в каждом варианте.

**При имитации пастбищного содержания скота** на делянках траву, достигшую пастбищной спелости (высота низкорослых трав 10-15 см, высокорослых -20-25 см), периодически скашивают. Имитация дает возможность выявить как валовый (биологический) урожай, так и распределение массы по периодам пастбищного сезона. Фактически используемый животными урожай составляет на сеяных пастбищах и на природных с хорошим ботаническим составом, примерно, 80-90% валового; на худших - 40-60%.

В последнем цикле стравливания в развернутой загонной системе используют иногда не все загоны или не все варианты в пределах загона. Урожай с каждой делянки за этот цикл выпаса определяют как сумму урожаев с делянок, на которых выпасался скот в загонах, деленную на общее число загонов. Общий урожай в пересчете на 1 га каждой делянки определяют как сумму урожаев (ц с 1 га) за все циклы выпаса.

При определении валовых и фактических урожаев с делянок по каждому циклу стравливания необходимо принять во внимание и подкашивание остатков после выпаса скота. Обработка материалов в зависимости от того, проводилось ли подкашивание остатков или нет, будет различная.

## 6.5. Опыты в производственных условиях

*Опыты в производственных условиях.* К настоящему времени разработано большое количество различных приемов улучшения природных кормовых угодий, создания культурных пастбищ и сенокосов, правильного их использования.

Однако ряд их (ускоренное залужение, удобрение сенокосов и пастбищ, техника пастбы скота и др.) нуждается в дополнительном уточнении и широкой производственной проверке в разнообразных природных и хозяйственных условиях.

В связи с этим важное значение имеют: опыты в производственных условиях, проводимые научными работниками, специалистами сельскохозяйственных предприятий, учет производственной деятельности колхозов и совхозов по улучшению и использованию пастбищ и сенокосов.

Ценность таких опытов заключается в том, что они дают возможность: проверить каждый отдельный прием (или их систему) по улучшению, использованию пастбищ и сенокосов применительно к конкретным природным и хозяйственным условиям; использовать в опытах современную технику, имеющуюся в совхозах, колхозах и мелиоративных организациях; широко использовать зоотехнический метод учета продуктивности пастбищ (по количеству животноводческой продукции), получать наряду с технической одновременно и организационно-экономическую оценку мероприятий, нормативы по затратам труда и материальных средств на улучшение и правильное использование природных и сеяных сенокосов и пастбищ.

Опыты в производственных условиях ставят в основном для проверки и экономической оценки мероприятий уже разработанных в той или иной мере научно-исследовательскими учреждениями. Необходимы лишь дополнения и уточнения применительно к местным условиям или сравнение их с другими приемами. Например, сравнить пастбищное и стойловое содержание скота летом, залужение после нескольких лет предварительного возделывания однолетних культур с ускоренным залужением и др.

Опыты по изучению агротехнических приемов должны проводиться на больших делянках, размером 0,5-1 га, а иногда и больше, в зависимости от характера проверяемого мероприятия, хозяйственных условий и других обстоятельств.

Схемы таких опытов должны быть самыми простыми – двухчленными (в некоторых случаях – трехчленными). Повторность, как правило, 2-кратная. Однако допустимы некоторые изменения. На крупноделянчных опытах, в зависимости от их характера, контрольный вариант может занимать меньшую площадь в виде контрольной полосы (двух - трех), расположенной вдоль всей длинной стороны участка. При постановке опытов с удобрениями вносят их на весь участок (за исключением окаймляющих его контрольных полос). Учеты на удобряемых участках проводят в пределах полос, смежных с контрольными. Размер контрольных полос зависит от размера основных делянок.

Не исключается постановка опытов и на малых делянках. Например, при испытании рекомендуемых новых форм гербицидов, удобрений, новых видов растений, особенно из дикорастущих, и т.д. В этих случаях размеры делянок будут определяться количеством соответствующих материалов, имеющихся в распоряжении хозяйства, но схемы опытов также должны быть простыми.

Выбор площадей для закладки опытов, описание опытного участка, повторность во времени, техника опытов, наблюдения, учет урожая трав, документация осуществляются так же, как и при постановке полевых опытов в научно-исследовательских учреждениях.

На пастбищах, как правило, опыты надо проводить с хозяйственным стадом молочных коров или другим видом скота, при этом применяют загонную или порционную пастбу. Как правило, в этих случаях пользуются методом животных-аналогов.

При определении ботанического состава травостоя, прежде всего, описывают растительность в полевых условиях. При этом проводят глазомерную оценку растительности всего участка (полнота, пестрота), затем определяют содержание в травостое отдельных групп и видов растений (по Друде).

Учет урожая трав при сенокосном использовании должен проводиться со всей площади делянок. Возможен выборочный учет небольшими учетными площадками размером 25-100 кв. м, лучше в виде трансектов в 4-кратной повторности. Травостой скашивают косилками.

На пастбищах учет продуктивности проводят зоотехническим методом или укусным; после каждого цикла стравливания укусы делают на новых местах. Нестравленные остатки учитывают тем же методом.

Учет производственного опыта дает всестороннюю оценку различных приемов улучшения, использования пастбищ и сенокосов в

организационном, агротехническом и экономическом отношениях. При изучении эффективности какого-либо мероприятия обязательно и в этом случае сходство всех прочих условий для правильной оценки приёма или системы мероприятий.

Можно использовать данные за предшествующие годы, на основании анализа которых устанавливают эффективность изучаемого мероприятия. Например, при учете опыта производства по способам кормления скота сравнивают: 1) кормление скота на культурном пастбище и 2) кормление скота летом в предыдущие годы на естественном пастбище (или в стойле и т.д.).

В этом случае результаты кормления скота на культурном пастбище (удой, прирост живого веса, себестоимость животноводческой продукции и другие показатели) сравнивают с аналогичными результатами кормления, практиковавшегося в этом хозяйстве в предшествующие учету годы. Чтобы избежать влияния больших колебаний погоды в смежные годы (один – засушливый, другой – повышено-увлажненный и т. п.), необходимо вести сравнение в течение нескольких лет, учитывая при этом и степень сходства других факторов (типы пастбищ, породность, состав стад и т. д.).

При учете производственного опыта необходимо изучить природные (метеорологические данные, почвы и ботанический состав растительности участков и др.) и организационно-производственные условия хозяйства. Для этого привлекают данные землеустроительных, мелиоративных и других организаций, официальные сведения и документы, книги полей, годовые отчеты и др. При необходимости проводят и более детальные учеты и наблюдения (укосный метод, фенологические наблюдения и др.).

Возможно сопоставление производственного опыта двух смежных хозяйств, находящихся примерно в одинаковых условиях, в которых имеются различия в практическом осуществлении изучаемого мероприятия. Например, в одном хозяйстве перешли к летнему содержанию скота на культурных пастбищах, в другом все еще продолжается выпас скота на природных кормовых угодьях, или в одном хозяйстве практикуют ночную пастьбу, в другом ее нет и т. д. Учет производственного опыта следует сопровождать учетом экономической эффективности мероприятий.

## 7. МЕТОДИКИ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПЛОДОВОДСТВЕ

### 7.1. Методика бонитировки садов

Бонитировка – это инвентаризация насаждений с агрономической оценкой их качества. Проводится с целью определения количественных показателей качества садов и их возможной продуктивности.

На основании данных бонитировки садов разрабатывается комплекс организационных и агротехнических мероприятий, направленных на улучшение состояния насаждений, повышение их продуктивности и снижение себестоимости плодов, а также даются предложения о ликвидации нерентабельных и неперспективных насаждений.

Руководит бонитировкой садов в пределах области (района) главный агроном областного (районного) управления сельского хозяйства, а в хозяйстве – главный агроном в порядке производственного задания. Основой для бонитировки служат данные сплошной таксации состояния растений в насаждениях. Таксацию проводят бригадир, рабочий-садовод, бухгалтер или другой работник хозяйства любой профессии и должности под руководством главного агронома (агронома-садовода), который перед началом работы дает подробный инструктаж и на практике показывает правила таксации. Правила таксации. Сплошная таксация отличается от обычной инвентаризации тем, что, кроме количественного, проводится еще и качественный учёт деревьев. Для работы служит таксационная тетрадь (табл. 74).

Таблица 74. Бонитировочная ведомость для данных таксации сада

| Квартал<br>(участок)<br>ряд сада | Количество деревьев с баллом, шт. |         |         |         | Примечание |
|----------------------------------|-----------------------------------|---------|---------|---------|------------|
|                                  | 3                                 | 2       | 1       | 0       |            |
|                                  |                                   |         |         |         |            |
|                                  |                                   |         |         |         |            |
| Итого                            | шт. (%)                           | шт. (%) | шт. (%) | шт. (%) |            |

Перед началом записей в ней отмечают: породу (сорт), название сада (№ участка или квартала), год посадки, площадь, направление счета рядов и деревьев в рядах. Оценочная шкала. Качественное состояние деревьев оценивают по 4-балльной шкале:

балл 0 – усохшие деревья и пустые места (выпады);

балл 1 – больные и сильно угнетенные, утратившие производственную ценность деревья: со средним или большим количеством усохших, обломанных и объединенных ветвей и сучьев; с очень слаборазвитой кроной вследствие плохого качества посадочного материала; со средним или сильным повреждением коры на стволе и сучьях от механических ран, морозов и заболеваний;

балл 2 – ослабленные и слабые, но здоровые деревья: с небольшими кронами или изреженными кронами вследствие облома или недоразвития сучьев; размер и характер этих повреждений уменьшает способность деревьев нормально расти и плодоносить, но не представляет угрозы для здоровья деревьев и не определяет необходимости его замены в ближайшие годы;

балл 3 – сильные и среднеразвитые деревья, нормальные для данного возраста.

Подсаженные деревья оценивают наравне с основной посадкой. В начале работы таксируют каждый ряд сада в отдельности, внимательно осматривая состояние штамба, ствола и всей кроны каждого дерева. Напрактиковавшись, можно вести таксацию двух рядов сада одновременно. Работу может выполнять один или два человека: один делает оценку, другой ведет записи в таксационной тетради.

Обработка материалов таксации. В зависимости от пестроты стояния сада материалы таксации обрабатывают двумя способами:

1. Если состояние сада на всей площади однородное, подсчитывают общее количество мест и количество деревьев по баллам их состояния. Затем высчитывают процент нормально развитых деревьев (балл 3) и процент слабых деревьев (балл 2). Отдельно суммируют количество деревьев (мест) с состоянием 1 и 0 баллов и определяют процент суммы этих деревьев к общему количеству посадочных мест в саду (табл. 75).

Таблица 75. Итоги инвентаризации (таксации) и бонитировки садов

| № сада | Площадь, га | Общее кол-во мест | Кол-во деревьев (мест) по баллам состояния |   |     | Кол-во деревьев по баллам состояния, % к общему количеству мест |   |     | Бонитировочный показатель | Бонитет сада |
|--------|-------------|-------------------|--------------------------------------------|---|-----|-----------------------------------------------------------------|---|-----|---------------------------|--------------|
|        |             |                   | 3                                          | 2 | 1+0 | 3                                                               | 2 | 1+0 |                           |              |
|        |             |                   |                                            |   |     |                                                                 |   |     |                           |              |

2. Если отдельные участки сада различаются по своему состоянию, данные таксации подытоживают по каждому участку (кварталу) в отдельности.

Бонитировка сада. Качество (добротность) сада в количественных показателях (бонитировка) определяется на основе итоговых данных таксации по каждому саду, а если сад не однороден, то по каждому участку (кварталу).

Для определения качества сада по данным таксации вводят поправочные коэффициенты для следующих двух групп:

I группа (нормально развитые деревья с баллом 3) – коэффициент 3;

II группа (ослабленные деревья с баллом 2) – коэффициент 2. Затем количество деревьев (в процентах) первой группы умножают на коэффициент 3, а второй – на коэффициент 2. Полученные произведения складывают. Сумма двух произведений является бонитировочным показателем сада (табл. 76).

Таблица 76. Шкала бонитировочной оценки садов

| Бонитет      | Интервал бонитировочных показателей | Возможное количество выпадов и утративших ценность деревьев, % общего количества мест |
|--------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Высокий      | 231-300                             | 0-23                                                                                  |
| Средний      | 161-230                             | 0-47                                                                                  |
| Низкий       | 91-160                              | 20-70                                                                                 |
| Очень низкий | 0-90                                | 70,1-100                                                                              |

Максимальный бонитировочный показатель – 300 единиц.

Бонитет сада определяют по бонитировочной шкале: высокий, средний, низкий, очень низкий.

Примеры:

Количество деревьев 1-й группы (балл 3) – 72,3%, 2-й (балл 2) – 25,0%.

$72,3 \times 3 + 25,0 \times 2 = 216,9 + 50,0 = 267$  – бонитировочный показатель.

Количество деревьев 1-й группы (балл 3) – 19,6%, 2-й (балл 2) – 48,7%.  $19,6 \times 3 + 48,7 \times 2 = 58,8 + 97,4 = 156$ .

Количество деревьев 1-й группы (балл 3) – 0%, 2-й (балл 2) – 13,3%.  $13,3 \times 2 = 27$ .

## **7.2. Методика оценки зимостойкости плодовых и ягодных растений**

Зимние повреждения многолетних растений влияют на продуктивность и долговечность садов, принося большой экономический ущерб, поэтому необходима достаточно быстрая и надежная оценка зимостойкости новых и интродуцируемых сортов, видовобразцов и т.д.

Зимостойкость является наследственным свойством генотипа противостоять комплексу неблагоприятных зимних условий. Степень реализации потенциала зимостойкости зависит, прежде всего, от хода метеофакторов при подготовке к перезимовке, в зимний период и во время перехода к вегетации. Существенное влияние оказывают условия вегетационного периода и состояние растений.

Стрессы холодного времени года вызываются действием ряда факторов: осенними и весенними заморозками, сильными зимними морозами, морозами после оттепелей и солнечного нагрева, зимним иссушением, вымоканием, выпреванием, а у земляники, брусничных и др. ледяной коркой и выпиранием. Для успешной перезимовки сорта растения должны быть устойчивы к действию наиболее вредоносных факторов зимнего периода своего региона.

Для оценки зимостойкости сортов различных плодовых и ягодных культур широко используется полевой метод испытаний. Растения, выросшие в условиях данного климатического региона, подвергаются воздействию естественных стрессовых факторов холодного периода года и полученные повреждения оцениваются по итогам перезимовки с наступлением вегетации. Повреждающее влияние низких температур проявляется в запаздывании развития, угнетении растений в первые фазы вегетации, отмирании концов побегов, отдельных ветвей, генеративных органов, почек.

Учеты подмерзания проводятся ежегодно, но после обычных, не суровых для данной местности зим можно получить лишь приблизительное представление о степени подмерзания сортов. В годы, неблагоприятные для перезимовки плодовых и ягодных культур вследствие суровых морозов или длительных оттепелей, чередующихся с резким похолоданием во второй половине зимы, резко проявляется неоднозначная реакция сортов и выявляются различия в их зимостойкости.

Учеты зимних повреждений на плодовых и ягодных культурах проводят вскоре после распускания почек, когда хорошо заметны

повреждения. При этом определяют подмерзание древесины и коры штамба, различных ветвей, плодовых образований, почек. Подмерзание древесины оценивают на срезах ветвей по интенсивности побурения тканей (от светлой до темно-коричневой или темно-серой окраски) баллами от 0 до 5. Темная окраска сохраняется и в последующем, но ее интенсивность может уменьшаться, например, у груши.

Дерево, особенно в молодом возрасте, способно выдержать даже полную гибель древесины за счет деятельности камбия и отложения новых слоев ткани. При этом сначала образуются паренхимные клетки, которые в последующем опробковевают и отмирают, отделяя кольцо живой древесины от погибшей. Отмершая древесина становится хрупкой и ветви легко обламываются.

Подмерзание древесины ветвей проявляется в замедленном распускании почек весной, мельчании листьев и частичной или полной гибели ветвей к концу вегетации. Вымерзание ветвей отмечают баллами, где 0 – нет выпада ветвей, а 5 – вымерзли все ветви. Весьма опасны для плодовых растений повреждения коры и камбия. В отличие от древесины, имеющей ограниченную способность к закалке, эти ткани в середине зимы в закаленном состоянии способны выдерживать наиболее сильные морозы. Устойчивость их снижается при повышении температуры во время оттепелей или солнечного нагрева штамбов и оснований скелетных ветвей, а после резкого нарастания мороза возникают повреждения, чаще во вторую половину зимы. Выше уровня снежного покрова, где, нагрев коры усиливается за счет отражения лучей от снега, а ночная температура минимальна, могут возникать кольцевые повреждения тканей коры до древесины. Этот тип повреждения

также можно видеть на срезах, но наружное проявление обычно наблюдается в середине или конце лета. В зависимости от степени и глубины поражения, наблюдается поверхностное шелушение коры, изменение цвета, появляются вздутия или углубления поверхности, трещины, иногда доходящие до древесины.

Глубокие трещины штамбов взрослых деревьев – морозобоины могут возникать при наступлении сильных морозов за счет натяжения в тканях при быстром охлаждении наружных слоев, сокращения их объема по отношению к внутреннему и механическому разрыву тканей коры и древесины. При ослаблении мороза трещины уменьшаются и могут зарастать в последующем, но возможно проникновение в них

инфекции. Степень повреждения коры оценивается в баллах от 0 до 5 в зависимости от числа поврежденных участков, их размера и глубины.

У сортов с длительным периодом вегетации при наступлении сильных морозов в поздне-осенний период, особенно у молодых растений, могут возникать повреждения коры и отмирания невызревших однолетних приростов вследствие задержки процессов вызревания тканей.

В суровые зимы могут подмерзать плодовые образования. Степень подмерзания плодушек выражается баллами от 0 до 5 в зависимости от степени подмерзания и числа погибших.

Важной характеристикой сорта является устойчивость почек, особенно чувствительны генеративные почки. Наиболее часто страдают от мороза генеративные почки косточковых культур, малины, ежевики, смородины, что связано с замерзанием переохлажденной воды в цветковых зачатках.

В общий балл степени подмерзания дерева не включают степень подмерзания генеративных почек. Этот показатель оценивают отдельно во время обособления бутонов. Подсчитывают количество распустившихся и нераспустившихся генеративных почек. У абрикоса учитывают также остатки следов (рубцы) от осыпавшихся генеративных почек. Количество учетных почек должно быть не менее 100.

Подмерзание генеративных почек отмечают баллами:

0 - подмерзаний нет;

1 - легкое побурение;

2 - основания почек побурели, отмечается до 25 % погибших почек;

3 - погибло до 50 % почек;

4 - погибло до 75 % почек;

5 - погибло свыше 75 % почек.

Значительный вред приносят весенние заморозки, повреждая в первую очередь пестики в бутонах и цветках, а также завязи.

В морозные бесснежные зимы случаются повреждения корневой системы, морозостойкость которой меньше, чем надземных частей. У деревьев с сохранившейся кроной, но подмерзшими корнями, рост ослаблен, листья мелкие, светло-зеленые. Для оценки повреждений проводится раскопка сектора приствольного круга на глубину залегания основной массы корней и по побурению тканей отмечается степень повреждения корней разного диаметра в баллах от 0 до 5. Повреждения коры в виде темных пятен хорошо выявляются при наружном осмотре

корней, а при сильном поражении кора сползает, оголяя древесину. Повреждения древесины при сохранившейся коре выявляются на срезах.

У земляники в бесснежные зимы, а также при позднем выпадении снега и при раннем его сходе, нередко подмерзают рожки, генеративные почки и корни. В понижениях рельефа растения могут пострадать от вымокания и ледяной корки, а на новосадках от выпирания. В период бутонизации и цветения наблюдаются повреждения от заморозков. Все эти повреждения наглядно проявляются вскоре после цветения. По вымерзанию рожков, цветков, замедлению роста и снижению числа цветочных на 1 растении или на 1 п. м, по числу выпавших растений оценивают степень повреждения в баллах от 0 до 5.

На пониженных элементах рельефа могут пострадать от вымокания и ледяной корки основания штамбов и стеблей у древесных и кустарниковых растений и земляники.

В отдельные годы при морозной и ветреной погоде некоторые культуры, в частности малина, смородина повреждаются от иссушения, особенно невызревшие концы стеблей. При этом ткани остаются светлыми в отличие от морозных повреждений.

На протяжении вегетации полученные повреждения в зависимости от их величины и характера, а также регенерационной способности сорта, либо усиливаются, либо восстанавливаются.

При сильных повреждениях отмирают ветви разных возрастов или все дерево. Глубокие повреждения коры проявляются медленно и сохраняются не один год. Но если кора сохраняется, а повреждена древесина, за счет деятельности камбия откладываются новые ее слои, пробуждаются спящие почки, отрастают новые корни. Для выявления различий в способности сортов к регенерации следует сравнить степень повреждения и состояния растений в начале лета и в конце.

В результате проведенных учетов подмерзания тканей и органов растения определяют общую степень подмерзания. Это наиболее важный показатель оценки сортов по зимостойкости. Он складывается из следующих показателей: подмерзание древесины, коры на штамбе и скелетных ветвях, подмерзание или гибель ветвей. Общую степень подмерзания определяют по наличию и силе этих подмерзаний. При этом принимают во внимание общее состояние дерева и регенерационную способность сорта.

Общую степень подмерзания дерева отмечают следующими баллами:

0 - нет признаков подмерзания;

1 - очень слабое подмерзание: древесина желтоватая, небольшие поверхностные ожоги коры на штамбе и скелетных ветвях, подмерзание концов однолетнего прироста, вымерзание части плодушек (до 10 %); дерево не снизило роста, хорошо облиственно;

2 - слабое подмерзание: древесина светло-коричневая, слабые поверхностные ожоги или небольшие по площади, но глубокие повреждения коры, подмерзание и усыхание однолетних приростов и выпадения мелких веток; гибель плодушек (до 25 %); прирост ослаблен, листья нормальные;

3 - значительное подмерзание: древесина бурая или коричневая, ожоги средней степени, значительно повреждена кора с ее омертвлением до древесины; погибла значительная часть полускелетных и скелетных ветвей; гибель значительной части плодушек (до 50 %); приросты слабые, листья мелкие;

4 - очень сильное подмерзание дерева: древесина темно-коричневая; сильные ожоги коры с глубоким повреждением на больших участках (более 50 % окружности); вымерзла большая часть кроны, сохранился только штамб и основания скелетных ветвей выше снежного покрова, регенерация слабая;

5 - дерево вымерзло полностью или до линии снежного покрова.

В итоге выявляется процент погибших и поврежденных, в разной степени растений. Существенность различий между сортами определяется методами математической статистики.

Итоги перезимовки в целом наилучшим образом отражает общее состояние растений в конце вегетационного периода. Общее состояние деревьев отмечают в баллах от 5 до 0:

5 - растение здоровое, с хорошим приростом и урожаем, повреждений нет;

4 - отмерли концы приростов прошлого года, часть плодушек, на коре возможны поверхностные ожоги и (или) пожелтение древесины, урожай снижен;

3 - погибли отдельные полускелетные ветви и половина плодушек, кора или древесина повреждены в средней степени, пробудились спящие почки, появились волчки, урожай слабый или отсутствует;

2 - погибла значительная часть полускелетных и скелетных ветвей, на сохранившихся ветвях и штамбе древесина бурая или на коре

глубокие ожоги, приросты слабые, листья мелкие, бледные, пробудились спящие почки, но регенерация слабая;

1 – вымерзла большая часть кроны, регенерация слабая; 0 – деревья погибли.

По результатам многолетней оценки зимостойкости сортов в полевых условиях проводят их ранжирование по этому признаку для каждого региона следующим образом:

- высокозимостойкие – сорта, не повреждающиеся в обычные зимы, но слабо (до 1 балла) подмерзающие в суровые зимы, не снижающие урожайности после перезимовки;

- зимостойкие – сорта, имеющие степень повреждения до 2 баллов в критические зимы и не повреждающиеся в обычные, не снижающие урожайности после перезимовки в критических условиях;

- среднезимостойкие – сорта, степень повреждения которых в критические зимы определяется 3 баллами, урожайность этих сортов в обычные зимы не снижается, а в критические не опускается ниже 50 % от средней;

- слабозимостойкие – сорта, сильно (до 4 баллов) повреждающиеся в критические зимы, частично восстанавливающие крону в последующие вегетационные периоды; после критической зимы они обычно не плодоносят;

- незимостойкие – сорта, в средней и сильной степени повреждающиеся в обычные зимы, а в критические зимы, как правило, полностью погибающие.

Следует отметить, что состояние растений зависит не только от зимних повреждений, но и от действия абиотических и биотических факторов предшествующего и последующего вегетационных периодов.

При анализе различий между сортами в устойчивости к отдельным повреждающим факторам холодного времени года в данном природно-климатическом районе и данной культуры необходимо знать условия и время их возникновения, и для этого иметь информацию о ходе изменений минимальной и максимальной температуры за каждый день с ноября по май, о скорости понижения температуры после оттепелей, времени установления и схода снежного покрова и его глубины по месяцам, количеству осадков в осенние и весенние месяцы, числу дней с наличием притертой ледяной корки, числу безоблачных дней в феврале - марте и числу дней со скоростью ветра более 25 м/сек.

Весьма полезную информацию дает отращивание и оценка степени повреждения почек и тканей срезанных 1-2-летних ветвей после прохождения опасных морозов.

Таким образом, в процессе полевых испытаний определяются различия между сортами в устойчивости к повреждающим факторам холодного времени года данного природно-климатического района. Действию стрессов подвергается целое растение, что позволяет проследить за проявлениями повреждений, способностью к регенерации и влиянием на состояние растений.

Однако полевой метод имеет один недостаток – длительность испытаний. Оценку зимостойкости сортов разных культур можно ускорить путем моделирования повреждающих факторов в контролируемых условиях. Основой для моделирования служат многолетние полевые испытания данной культуры в конкретном климатическом регионе. Они позволяют выявить главные повреждающие факторы, влияющие на продуктивность и долговечность садов, частоту их встречаемости, время возникновения и характер повреждений, сочетание метеофакторов, приводящих к повреждениям.

Как показывают многолетние наблюдения, у большинства культур практически во всех регионах повреждения обуславливаются, в основном, действием отрицательной температуры, но устойчивость к морозу не является постоянным свойством. Она развивается после окончания роста и вхождения в состояние покоя под влиянием постепенно снижающейся температуры, достигает максимума в декабре-феврале в зависимости от культуры, сорта и условий закали, уменьшается в периоды оттепелей, но может снова повышаться при повторном нарастании мороза до начала весеннего роста и падает до минимума в период цветения и роста побегов.

В программу испытаний сортов в контролируемых условиях прежде всего должны входить определения потенциалов сорта по следующим компонентам комплекса зимостойкости:

- 1) устойчивости к ранним морозам в ноябре - начале декабря;
- 2) максимальному уровню морозостойкости при закалке в декабре-феврале;
- 3) сохранению устойчивости в периоды оттепелей и способности восстанавливать устойчивость при повторной закалке после оттепелей.

Важной характеристикой сорта является также устойчивость цветков и завязей к весенним заморозкам и регенеративная способность.

Культуры и сорта могут различаться по устойчивости к отдельным повреждающим факторам, о чем говорят, как наблюдения в природе, так и результаты промораживания в камерах. Так, сорта, чувствительные к ранне-осенним морозам, могут превышать по морозостойкости в закаленном состоянии в середине зимы сорта с быстрым развитием данного признака осенью, а выдающиеся по максимальной морозостойкости могут сильно

реагировать на оттепели. Поэтому определение какого-либо одного компонента зимостойкости, например, максимальной морозостойкости, еще не дает достаточного представления о потенциале зимостойкости сорта.

Роль отдельных компонентов зимостойкости зависит также от климатических особенностей региона. Так, в южной зоне урожай косточковых примерно в равной степени зависит от способности генеративных почек переносить критические морозы в закаленном

состоянии и морозы после оттепелей. Для семечковых в нашем регионе наиболее опасны солнечные ожоги, морозы после оттепелей, а также критические морозы в середине зимы.

### **7.3. Методика оценки лёжкости плодов семечковых культур**

Лежкость – это способность плодов сохраняться при определенных условиях хранения без ухудшения товарных и потребительских качеств и без значительных потерь массы. Проявляется она в максимально возможной продолжительности хранения при определенных условиях, когда общие потери не превышают 10%.

Биологические особенности сорта являются основным фактором, влияющим на способность плодов к хранению. Кроме того, большое влияние оказывают природно-климатические условия зоны, метеорологические условия года, агротехника (факторы сада), урожайность, степень зрелости плодов, режимы хранения.

В качестве контроля берут 1-2 районированных, хорошо изученных сорта, плоды которых выращены в тех же условиях.

Лабораторные опыты могут быть проведены на небольшом количестве плодов (от 10 до 150 плодов) с возможно большим количеством вариантов. Так в рекогносцировочных (лабораторных) опытах как минимум надо заложить на хранение 27 проб: три срока съема, три температурных режима и три (как минимум) ревизии. Это позволит быстрее

решать поставленные задачи: отработать режимы хранения, определить устойчивость сортов к микробиологическим и физиологическим заболеваниям.

Полупроизводственные опыты закладывают на большем количестве плодов (не менее 10 кг проба), в четырех повторностях каждого варианта. Выбирается лучший вариант опыта из лабораторных исследований и проверяется в условиях, близких к производственным (тара, упаковка, камера и т.д.). Например, было установлено в лабораторных опытах, что лучшие результаты для сорта были получены при первом сроке съема и температуре хранения 0 °С. Приблизительно установлена продолжительность хранения, что исключает проведение нескольких ревизий, достаточно одной-двух. Исходя из этого при двух ревизиях в четырех повторностях достаточно заложить 8 проб, при трех ревизиях – 12 проб.

На опытное хранение плоды закладывают в день съема или в течение 1-2 дней. Плоды после съема должны находиться в холодильнике.

При определении оптимальной зрелости плодов нового сорта для длительного хранения съем проводят в три срока: за 10 дней до массовой уборки урожая, в период массовой уборки и через 10 дней после второго срока. При этом отмечают: сумму активных температур воздуха выше 5 °С, изменение основной окраски кожицы, плотность мякоти с кожицей и без (пенетрометром), окрашивание семян, содержание крахмала (гистохимически, по пятибалльной шкале), химический состав плодов. Исходные данные записывают в журнал.

Наиболее полно прогнозируется лежкость плодов по содержанию эндогенного этилена. При его содержании в плодах не более 0,2–0,5 ppm можно ожидать максимальной продолжительности хранения. По величине антиокислительного потенциала и скорости накопления продуктов окисления фарнезена в поверхностных восках проводится прогноз развития загара. Плоды снимают с деревьев, типичных для pomологического сорта, нормально развитых, вступивших в период товарного плодоношения, с характерным для данного года урожаем. На участке первичного сортоизучения плоды снимают не менее, чем с трех деревьев; на участках государственного и производственного испытания – с 10–15 деревьев. Плоды снимают с деревьев полностью в каждый срок съема. При малом количестве деревьев в каждый срок снимают плоды с одной-двух скелетных ветвей одних и тех же деревьев.

Для опытного хранения отбирают плоды первого товарного сорта преобладающего (среднего) калибра. Количество проб (повторностей) по каждому варианту опыта закладывается с учетом, чтобы в каждый срок ревизии можно было проверять и снимать с хранения 4 пробы (повторности). Плоды укладывают в стандартные ящики принятым в производстве способом. За повторность принимается ящик. При массе пробы в 10 и менее кг в один ящик можно закладывать две повторности, разделив ящик поперечной перегородкой. При рядовой укладке за повторность можно принять слой плодов, при этом в каждом ящике будет столько повторностей, сколько укладывается слоев. Каждый ящик должен быть отмечен надписями или этикетками.

Первую ревизию плодов ранних сроков созревания (летние, осенние сорта) проводят через месяц после закладки; плодов поздних сроков созревания (зимние сорта) – через 2–3 месяца, затем ежемесячно. Ревизию проводят 1-го или 15-го числа, одновременно по всем вариантам данного опыта. Качество плодов при ревизии или по окончании хранения записывают в журнал по форме таблицы 77.

Таблица 77. Оценка товарности плодов

| Шифр | Сорт | Дата ревизии | Масса плодов, г | Качество плодов в штуках или кг |                            |              |          |                  |                |        |             |                  | Естественная убыль массы, % |                 |
|------|------|--------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------|--------------|----------|------------------|----------------|--------|-------------|------------------|-----------------------------|-----------------|
|      |      |              |                 | здоровых                        | Виды и степень повреждений |              |          |                  |                | Всего  |             |                  |                             |                 |
|      |      |              |                 |                                 | слабый загар до 1/8        | загар до 1/4 | увядание | побурение мякоти | плодовая гниль | прочие | стандартные | технический брак |                             | абсолютный брак |
|      |      |              |                 |                                 |                            |              |          |                  |                |        |             |                  |                             |                 |
|      |      |              |                 |                                 |                            |              |          |                  |                |        |             |                  |                             |                 |

Учеты выхода стандартных и поврежденных плодов проводят по массе или количеству и выражают в процентах.

Лежкость новых сортов изучается не менее, чем в трех температурных режимах: 0 °С, -1 °С и +2 °С; относительной влажности воздуха 85-95 %. Новые сорта испытывают также в регулируемой газовой среде. Камеры, в которых проводится опытное хранение, должны иметь автоматические дистанционные приборы регулирования, измерения и регистрации температуры и относительной влажности воздуха. Кроме того,

в разных точках (у воздухоохладителя, в середине камеры, у стен) размещают контрольные приборы (термометры, психрометры, термографы, гигрографы).

Виды учетов. При закладке на хранение при каждой ревизии и по окончании опытов определяют товарные качества плодов по ГОСТу 21122-75 (состояние зрелости, выход стандартной продукции, виды и степень повреждений), естественную убыль массы, химический состав и проводят органолептическую оценку.

Товарные качества яблок ранних сроков созревания при определении в условиях сада изучают согласно ГОСТа 16270-70; груши ранних сроков созревания – ГОСТ 21714-76; груши поздних сроков созревания – ГОСТ 21713-76; Государственные стандарты периодически пересматриваются и переиздаются.

Пробы для дегустации и химического анализа отбирают из здоровых плодов после ревизии. Особое внимание следует уделять изучению устойчивости плодов к поражению микробиологическими заболеваниями и их восприимчивости к физиологическим (функциональным) расстройствам.

По окончании опыта отбирается также проба из 10–20 плодов, которые выдерживают при комнатной температуре (15–20°C) в течение 5–10 дней для определения товарности плодов после хранения – "остаточный эффект хранения". Для груши таким путем определяется способность плодов к дозреванию после холодильного хранения.

Естественная убыль массы учитывается по месяцам и за весь период хранения, но не менее трех раз путем поштучного взвешивания на техно-химических весах 10-15 пронумерованных плодов для каждой пробы. Учетные плоды равномерно размещают в ящиках варианта. Данные по убыли массы записывают в журнал по форме таблицы 78.

В начале и конце хранения определяют плотность плодов пенетрометром, содержание сухих веществ - по ГОСТу 2856.1-90; сухих растворимых веществ - рефрактометром по ГОСТу 2856.2-90; сахара - по ГОСТу 13192-73; органические кислоты - по ГОСТу 25555.0-82, п.4; пектин - карбозольным методом; витамин С - по ГОСТу 24556-89. полифенолы, фарнезен. Проводится также органолептическая оценка плодов. Дегустация должна проводиться дегустационной комиссией закрыто, путем осмотра и опробования плодов и заполнения дегустационных карточек по форме таблицы 79.

Таблица 78. Учет убыли массы при хранении

| Даты, показате-<br>ли   | № плода и масса в г |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | Всего |
|-------------------------|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|-------|
|                         | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |       |
| За-<br>кладка<br>опыта  |                     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |       |
| Окон-<br>чание<br>опыта |                     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |       |
| Убыль<br>массы,<br>г    |                     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |       |
| Убыль<br>массы,<br>%    |                     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |       |

Таблица 79. Дегустационная оценка семечковых плодов при хранении

| №<br>п/<br>п | Сор<br>т | Место,<br>срок и<br>условия<br>хранения | Зре-<br>лость | Внеш-<br>ний вид | Состоя-<br>ние мя-<br>коти | Арома-<br>тич-<br>ность | Вкус | Об-<br>щая<br>оцен-<br>ка | При-<br>меча-<br>ние |
|--------------|----------|-----------------------------------------|---------------|------------------|----------------------------|-------------------------|------|---------------------------|----------------------|
|              |          |                                         |               |                  |                            |                         |      |                           |                      |

При проведении дегустации учитывают зрелость плодов (недозре-  
лые, оптимальная зрелость, начало перезревания, перезревшие), внеш-  
ний вид, состояние мякоти (сочность, наличие побурения мякоти или  
сердечка, пухлость, изменение консистенции - мучнистость и др.), аро-  
мат, вкус, и дают общую оценку.

Внешний вид оценивается по пятибалльной шкале, учитывая повре-  
ждения загаром, пятнистостью, увядание и изменение цвета плодов:

5 баллов - окраска типичная для помологического сорта, плоды без  
всяких повреждений;

4 балла - слабое побурение кожицы (загар) до 1/8 поверхности плода,  
допускаемое по ГОСТу 21122-75 для первого товарного сорта;

3 балла - слабый загар до 1/4 поверхности плода, единичные точки  
амбарной парши, "джонатановой" и подкожной пятнистости (до 10 то-  
чек), допускаемые для первого и второго товарных сортов;

2 балла - загар до 1/2 поверхности плода, слабое увядание с легкой морщинистостью кожицы, все виды пятнистости в средней степени (до 20 точек), что соответствует второму товарному сорту;

1 балл - загар более 1/2 поверхности плода, сморщивание кожицы, сильная пятнистость, изменение цвета плодов (посинение антоциановой окраски) и другие повреждения, характерные для третьего сорта.

В графе «ароматичность» отмечают наличие или изменение характерного для сорта аромата плодов, появление постороннего запаха (затхлость, запах гнили, спиртового брожения, химикатов и т.п.). Изменения в мякоти плодов, потеря аромата, наличие постороннего запаха записываются в соответствующей графе и учитываются при оценке вкуса по пятибалльной шкале:

5 баллов - отличный десертный вкус, хорошо сохранившийся, присущий сорту аромат плодов, отсутствуют посторонний привкус и запах, мякоть плодов не имеет повреждений;

4 балла - хороший столовый вкус, нет ни повреждений мякоти, ни постороннего запаха и вкуса;

3 балла - вкус посредственный, плоды начали перезреть, изменили цвет, потеряли сочность; плоды приобрели не свойственный им запах сырости, затхлости;

2 балла - плохой вкус, плоды перезрелые, мякоть стала мучнистой или побурела, имеет запах гнили или спиртовой привкус; плоды приобрели запах химикатов;

1 балл - плоды несъедобны.

Результатом исследования должно быть заключение о лежкости плодов сорта, склонности к повреждениям микроорганизмами и физиологическими расстройствами, величине естественной убыли массы, оптимальном сроке съема и режиме хранения, обеспечивающих максимальную лежкость плодов.

Примечание: к стандартным относят плоды высшего, 1 и 2 товарных сортов (здоровые, с допустимыми по ГОСТу загаром, подкожной пятнистостью и др.), при необходимости можно выделить первый сорт; технический брак – плоды с побурением мякоти, началом загнивания (до 1/3 плода - "бочки") и др., пригодные для переработки; абсолютный брак – все виды загнивания свыше 1/3 плода.

#### **7.4. Методика оценки сортов плодовых и ягодных культур к механизированной уборке.**

Современные технологии и машины для уборки плодовых и ягодных культур разрабатываются применительно к определенной группе сортов с необходимыми особенностями роста и плодоношения. В большей степени это относится к ягодным культурам (смородина, крыжовник, малина, облепиха и др.), а также к косточковым (вишня, слива, алыча, абрикос). Семечковые плоды (яблоня, груша) пока убираются механизировано лишь для немедленной технической переработки и критерии отбора пригодных сортов практически не разработаны.

Предварительный отбор и оценка сортов должна проводиться методом косвенной оценки с большим набором сортов и ограниченным количеством испытуемых растений каждого сорта. Изучение характеристик растений и отбор сортов с необходимыми параметрами проводится без применения уборочной техники. Методика косвенной оценки построена на установленных связях между результатами применения плодуборочных машин и характеристиками растений, от которых эти результаты зависят в большей степени. Каждый сорт оценивается с первого года плодоношения в течение 4-5 лет. Оценка сортов проводится по основным (лимитирующим) параметрам: зона размещения урожая в кроне; дружность созревания; физико-механические свойства плодов и ягод. Эти параметры растений, как правило, не поддаются управлению с помощью агроприемов и от них зависит полнота и качество собранного урожая. Лимитирующие параметры определяют пригодность сорта для машинного сбора урожая.

Среди отобранных по основным параметрам сортов, проводится дальнейшая оценка по дополнительным (нелимитирующим) признакам: форма и параметры кроны; количество и диаметр основания ветвей; продолжительность съемной зрелости и др., которые позволяют выделить лучшие среди уже пригодных для этих целей сортов. По нелимитирующим признакам определяется степень подготовленности насаждений к машинной уборке урожая, необходимость в проведении предварительной формирующей обрезки и последующего ухода за растениями.

**Лимитирующие параметры.** Зона размещения урожая: для кустарников определяется перед созреванием – не менее 85 % урожая на удалении от основания куста не менее, чем на 0,3 м и не более, чем на 1,8

м (смородина, крыжовник, малина); 0,3–2,7 м (облепиха); не менее 0,2 м (земляника); для косточковых – не менее 0,6 м (вишня, слива, алыча, абрикос) над поверхностью почвы.

Дружное созревание: не менее 90 % (смородина, крыжовник); не менее 70 % (земляника); не менее 60 % (малина). Физико-механические свойства плодов и ягод: форма – округлая, округло-коническая, масса – более 1,2 г (ягодные культуры), более 4 г (вишня); усилие отрыва определяется в период уборки с интервалом в 2 дня – 0,5–1,5 Н (смородина, крыжовник, земляника), 1,5–1,8 Н (облепиха), 0,7–1,2 Н (малина), 1–1,5 Н (вишня); усилие раздавливания – более 2 Н (смородина, крыжовник), более 5Н (вишня), более 7 Н (малина).

Главная характеристика ягод – коэффициент их относительной прочности, рассчитываемый как отношение разности усилий раздавливания и отрыва к усилию отрыва.

$$K = (P_{\text{раздавл.}} - P_{\text{отрыва}}) / P_{\text{отрыва}}$$

Пригодными к механизированному сбору считаются сорта, у которых этот параметр превышает 0,8.

**Нелимитирующие признаки.** Форма и параметры кроны: для ягодных культур – форма куста от пряморослой до раскидистой, с узким основанием – 0,3 м, отсутствием полеглых ветвей, компактность соцветий (земляника); для косточковых древовидные или близкие к ним по характеру роста и плодоношения сорта с компактной, редкой и жесткой кроной. Высота кустарников – более 1,2 м, длина цветоносов – более 0,2 м (земляника), косточковые – высота 3–4 м, диаметр кроны не более 3 м. Плодоножки характеризуются размерами (длина более 5 мм, диаметр более 5 мм), силой разрыва (превышение силы отрыва от плода над усилием отрыва от ветви).

Количество и диаметр у основания ветвей: ягодные культуры – до 20 шт. (смородина, крыжовник), до 25 шт. (малина); косточковые – 5–6 шт. (вишня, слива, алыча); диаметр у основания – ягодные (до 20 мм); косточковые (диаметр штамба более 0,3 м).

Продолжительность съемной зрелости – более 7 дней (смородина, крыжовник, облепиха, вишня, слива).

При оценке пригодности сортов должны учитываться и другие общепринятые признаки: стабильность удельной продуктивности, высокая устойчивость к вредителям и болезням и т.п.

## **8. МЕТОДИКИ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОВОЩЕВОДСТВЕ.**

### **8.1. Методика учета урожая овощных культур**

Величина и качество урожая, достоверность и ценность полученных в опыте данных зависят не только от применяемых агротехнических приемов, но и от своевременного и тщательного сбора выращенной продукции.

Учет урожая проводят сплошным методом со всей делянки или выборочным по отдельным рядкам, либо в пределах рамок площадью 1 м<sup>2</sup>, т.е. по метровкам. Сплошной метод применяют на делянках с небольшой площадью и он является наиболее точным.

При выборочном методе учета урожая особенно важна равномерность развития растений в рядках. При выборочном методе уборки необходимо проводить учет урожая на выделенных поперечных площадках (1-2 м по длине рядка), включающих все рядки одного захвата посевных или посадочных машин. При этом будет выявлена также возможная неравномерность развития и продуктивности растений, обусловленная низкокачественной работой высевających или высаживающих аппаратов. При методе метровок урожай учитывают по диагонали делянок, через определенный интервал.

Урожай односборовых культур убирают поочередно: сначала на защитках, затем на выключках, а потом на учетной части делянок.

Такая очередность предотвращает многие случайные ошибки. У многосборовых культур перед каждым сбором защитки и выключки отделяют, чтобы четко обозначить учетную площадь делянок. Перед каждым очередным сбором нужно осмотреть все учетные делянки и при необходимости выделять новые выключки, о чем делают соответствующие пометки в полевом журнале. В связи с этим, фактическая учетная площадь на делянке на протяжении всего периода сборов может изменяться. В таких случаях при каждом сборе пересчитывают урожайность на гектар и затем вычисляют суммарную урожайность во всем сборам. Уборку и учет урожая на всех делянках опыта проводят одним способом, в сжатые сроки, желательно в один день, одинаково очищая продукцию от листьев, плетей, земли. Убирать урожай нужно по повторениям, а не по вариантам (если программой опыта не предусмотрена уборка вариантов схемы опыта в разные сроки). Только полностью

закончив уборку урожая на одном повторении, приступают к уборке урожая на следующем. На второй день оставляют для уборки урожая целые повторения, а не отдельные варианты.

Убранный урожай с делянки сортируют в соответствии с действующими государственными или отраслевыми стандартами на стандартную, нестандартную и нетоварную, затем взвешивают. Отвечающую требованиям стандарта продукцию относят к стандартной; не соответствующую требованиям стандарта, но пригодную для реализации или переработки (например, плоды огурца неправильной формы; зеленые плоды томата, пригодные для засолки и маринования; зрелые плоды арбуза диаметром менее 13 см и др.) – к нестандартной, товарной. К нетоварной части урожая относят продукцию, не пригодную ни для реализации, ни для переработки. В ряде случаев, например, при оценке сортов и гибридов, некоторых приемов агротехники, способов подготовки семян и т.д., нестандартную продукцию целесообразно разделить и отдельно учесть количество и массу недогона, поврежденных вредителями, болезнями, механически при уборке; не соответствующую стандарту по форме и размеру, недозревшую, перезревшую, уродливые и т.д. У лука и чеснока определяют гнездность, у чеснока стрелкующиеся и нестрелкующиеся формы и однозубки.

*Масса товарного плода* тыква, арбуза, дыни, кочанов определяется путем деления всей массы урожая с делянки на количество плодов (кочанов или головок). Среднюю массу отдельного товарного корнеплода, плода или луковицы определяют в пробе из 5–10 кг, взятой с делянки с двух несмежных повторений. Чем крупнее продуктивная часть овощных, тем больше масса пробы. У многосборовых плодовых культур (огурец, арбуз, томат, перец, баклажан, дыня) среднюю массу отдельных плодов определяют при каждом сборе, а затем вычисляют среднюю.

Очень важно обеспечить одинаковое качество уборочных работ на всех делянках и во всех вариантах: одинаково удалять ботву у корнеплодов и листья у лука, собирать плоды томата, огурца, перца, кабачка, дыни, арбуза в одинаковой степени зрелости, одинаково зачищать кочаны капусты от листьев и обрезать у них кочерыгу и т.п., соблюдая требования действующих стандартов к этим показателям качества. Поэтому уборку на всем опытном участке или в пределах одного повторения должны проводить одни и те же рабочие, а при механизированной уборке – одно и то же уборочное средство (комбайн и др.).

При изучении влияния изучаемых приемов на ускорение созревания многоборовых культур и темпы отдачи урожая необходимо учитывать, кроме общего урожая за все сборы, урожай за каждый сбор (у капусты, огурца, дыни, арбуза) или урожай за первые 4–5 сборов (у томата, перца, баклажана, кабачка), либо учитывать урожай по пятидневкам или декадам на определенное число (например, на 1 августа, на 15 августа и т.д.). В этом случае определяют, какой процент общего урожая составляет урожай за первый сбор (или за 4–5 первых сборов) или за первую-вторую декаду от начала плодоношения, или на определенную дату.

## 8.2. Методика проведения дегустационной оценки овощей.

Дегустацию проводят «закрытым» способом без указания названий сортов, образцов и т. п. На одно заседание комиссии подают не более 10–15 образцов. Дегустацию следует проводить через час (максимум через 3 ч) после принятия пищи. В пище должны отсутствовать соленые, пряные, сильно ароматические продукты. Курить и принимать алкоголь нельзя. Каждый член комиссии производит оценку самостоятельно и заполняет дегустационный лист (табл. 80).

**Таблица 80. Дегустационный лист для оценки свежих овощей**

Дата \_\_\_\_\_ Фамилия \_\_\_\_\_  
Занимаемая должность \_\_\_\_\_ Место работы \_\_\_\_\_

| Номер образца | Наименование продукции | Размер | Правильность формы | Внешняя привлекательность | Интенсивность окраски | Равномерность окраски | Вкус | Аромат | Консистенция покровных тканей | Консистенция мякоти | Общая оценка | Примечания |
|---------------|------------------------|--------|--------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|------|--------|-------------------------------|---------------------|--------------|------------|
|               |                        |        |                    |                           |                       |                       |      |        |                               |                     |              |            |

При дегустации свежих овощей сначала оценивают привлекательность внешнего вида, размер, правильность формы, окраску и по каждому оцениваемому образцу в соответствующих графах проставляют оценку по пятибалльной системе (1 – не пригоден к употреблению, 2 – плохое качество, 3 – удовлетворительное, 4 – хорошее, 5 – отличное).

Образцы консервной продукции представляются на дегустацию под

условными номерами.

Перед началом дегустации вскрывают банки с образцами консервов (не более 20), выкладывают плоды на пронумерованные тарелки (в соответствии с номером образца), заливочную жидкость выливают в стаканы. Каждый дегустатор заполняет карточку, где указывает свою оценку внешнего вида и вкуса продукта по пятибалльной шкале. Для более точной оценки указывают десятые доли балла, например, 4,3.

Сначала оценивают и описывают внешний вид образцов, отмечая их цвет, однородность плодов по размеру, форме, а также вид заливки. Затем оценивается вкус, аромат и консистенция продукта. В графе "Примечания" указываются признаки, привлёкшие особое внимание дегустатора (достоинства или недостатки). После проведения дегустации данные дегустационных карточек обрабатывают с целью выведения средних оценок, а результаты каждой дегустации оформляют протоколом (табл. 81),

Таблица 81. Дегустационный лист для оценки продуктов переработки овощей

Дата \_\_\_\_\_ Фамилия, имя, отчество \_\_\_\_\_  
Занимаемая должность \_\_\_\_\_ Место работы \_\_\_\_\_

| Номер образца | Наименование продукции | Внешняя привлекательность | Окраска плодов и овощей | Цвет заливки, сиропа, | Прозрачность заливки, сиропа, рассола | Консистенция плодов и овощей | Вкус | Аромат | Типичность | Общая оценка | Примечания |
|---------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------------------|------------------------------|------|--------|------------|--------------|------------|
|               |                        |                           |                         |                       |                                       |                              |      |        |            |              |            |

Хотя оценка показателей качества и производится по пятибалльной шкале, значение их в общей оценке не одинаково. Поэтому для каждого показателя введен коэффициент значимости. Для получения суммарной оценки необходимо найти сумму произведений оценки по каждому показателю путём умножения на коэффициент значимости.

Для органолептической оценки свежих плодов и овощей установлены следующие коэффициенты значимости:

– размер (диаметр); 0,15

|                                          |      |
|------------------------------------------|------|
| – правильность, типичность формы;        | 0,10 |
| – внешняя привлекательность              | 0,20 |
| – интенсивность окраски;                 | 0,15 |
| – равномерность окраски;                 | 0,10 |
| – вкус;                                  | 0,60 |
| – аромат;                                | 0,40 |
| – консистенция покровных тканей;         | 0,10 |
| – консистенция мякоти.                   | 0,20 |
| Для продуктов переработки:               |      |
| – внешняя привлекательность;             | 0,15 |
| – окраска плодов и овощей;               | 0,1  |
| – цвет заливки, сиропа, рассола;         | 0,1  |
| – прозрачность заливки, сиропа, рассола; | 0,1  |
| – консистенция плодов, овощей;           | 0,35 |
| – вкус;                                  | 0,7  |
| – аромат;                                | 0,4  |
| – типичность.                            | 0,1  |

По данной методике дегустационной оценки наивысшее возможное ее значение составляет 10 баллов. Продукцию, получившую оценку в пределах от 10 до 9 баллов, считают отличной, от 9 до 8 баллов – хорошей, от 8 до 7 баллов – удовлетворительной.

После индивидуальной дегустации проводят совместное обсуждение результатов и по каждому образцу продукции проставляют окончательную среднюю оценку в протокол (табл. 82).

Таблица 82. Протокол № \_\_\_\_\_

Заседания дегустационной комиссии от \_\_\_\_\_ (дата).

Присутствовали: члены комиссии (список).

В количестве \_\_\_\_\_ образцов они были оценены следующим образом:

| №<br>п. п. | Наименование<br>образца | Средняя оценка (сумма оценок<br>всех дегустаторов,<br>деленная на их число) | Примечание |
|------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
|            |                         |                                                                             |            |

С дегустации были сняты как забракованные следующие образцы (с указанием причин). Дегустационные листы членов комиссии прилагаются.

Подписи.

### **8.3. Методика оценки сортов и гибридов на пригодность для механизированной уборки урожая.**

Проблема механизации уборки урожая решается не только путем создания и выпуска машин, но также подбором и селекцией сортов и гибридов, пригодных для механизированной уборки урожая. Для этого необходимы сорта и гибриды, обладающие рядом специальных признаков. Среди большого числа сортов и гибридов овощных культур, возделываемых в нашей стране, немногие отвечают основным требованиям механизированной уборки урожая. Вот почему подбор, улучшение существующих и создание новых сортов и гибридов, удовлетворяющих таким требованиям, – первоочередная задача овощеводов-селекционеров.

Для облегчения и ускорения работы в указанном направлении созданы и апробированы специальные приборы. Данные приборы позволяют в лабораторно-полевых условиях проводить оценку сортов и гибридов на устойчивость плодов, кочанов, корнеплодов, луковиц и других к ударным и статическим воздействиям, возникающим при механизированной уборке и транспортировке, а также по ряду других важных признаков (прочность прикрепления плода к плодоножке, растению, корнеплода к листовой розетке и др.), характеризующих пригодность сортообразцов для механизированной уборки.

*Томат.* У сортов и гибридов томата, пригодных для механизированной уборки урожая, растения должны быть компактными, низкорослыми, со штамбовым или детерминантным стеблем, с уплотненным расположением кистей, дружным формированием и созреванием урожая, высокопродуктивными, плоды – устойчивыми к механическим воздействиям и растрескиванию, с длительным сохранением товарных качеств на растениях, легко отделяться от растений без плодоножек (плодоножка не должна иметь разделительный слой), но не осыпаться как до начала, так и в процессе механизированной уборки урожая. Кроме того, плоды должны обладать повышенным содержанием сухого вещества с оптимальным соотношением сахар-кислота, хорошими вкусовыми качествами, быть пригодными для переработки и т.д.

Многолетнее изучение плодов различных сортов томата на прочность кожицы и мякоти, устойчивость к растрескиванию, раздавливанию, ударным воздействиям, а также на прочность прикрепления к плодоножке и кисти показало, что именно эти признаки определяют в

основном устойчивость плодов к механическим воздействиям и отделимость их от растений при уборке урожая машинами. Поэтому при подборе и оценке сортов томата на пригодность для механизированной уборки урожая основное внимание необходимо уделить изучению этих признаков и свойств плодов и растений в целом.

Плоды томата при комбайновой уборке подвергаются интенсивным ударным воздействиям и статическим нагрузкам, в результате этого они повреждаются (раздавливаются). Устойчивость плодов к ударным воздействиям зависит от прочности и эластичности их кожицы, а также прочности (плотности) мякоти. От устойчивости плодов к растрескиванию (что наблюдается при резкой смене погодных условий) во многом зависит также длительность сохранения их на растениях. Устойчивость плодов к растрескиванию у некоторых сортов обусловлена неполным заполнением межкамерных пространств семенной жидкостью. Такие плоды отличаются значительной упругостью. Эту их особенность следует учитывать при создании новых сортов томата, пригодных для механизированной уборки урожая. Однако необходимо иметь в виду, что данный признак плодов часто коррелирует с их ребристостью.

Опыт работы селекционеров свидетельствует, что оптимальные показатели физико-механических свойств плодов томата, пригодных для механизированной уборки, следующие: усилие на раздавливание – не менее 3–3,5 кг (30–40 Н), удельное сопротивление на раздавливание – не менее 60–80 г (0,6–0,8 Н/г) в зависимости от массы и размера плода, прочность кожицы плодов на прокол – 130 г/мм<sup>2</sup> (1,3 Н/мм<sup>2</sup>), мякоти – 110 г/мм<sup>2</sup> (1,1 Н/мм<sup>2</sup>).

Степень повреждения зрелых плодов зависит не только от их прочности, но также от формы и массы. Между массой плода и степенью повреждения его при механизированной уборке имеется положительная корреляция, поэтому оптимальной для цельноплодного консервирования считается масса плода до 50–60 г, а для производства томатопродуктов и сока – до 100 г. Отделение плодов от растений с плодоножками снижает ценность сортов, они малоприспособлены для механизированной уборки урожая. Усилие, требующееся для отрыва плода от плодоножки и кисти, колеблется по сортам от 0,5 до 5,4 кг (4–40 Н), а оптимальное усилие находится в пределах 1,2–2,2 кг (12–20 Н). Усилие на отрыв плодов от плодоножек (кисти) менее 1 кг (10 Н) приводит к их осыпанию и снижению производительности комбайна.

В пределах одних и тех же сортов и одной группы зрелости между размером плода и прочностью его связи с растением имеется положительная корреляция – более крупные плоды отрываются от растений труднее, чем средние и мелкие. Это обусловлено тем, что с увеличением размера плода возрастает площадь места (следа) прикрепления его к плодоножке.

Одноразовая уборка урожая экономически оправдана только тогда, когда к началу ее созрело не менее 75–85% плодов. Признак дружность созревания плодов наиболее сильно выражен у низкорослых, карликовых форм раннеспелого типа. Однако следует учитывать, что быстрое (дружное) созревание плодов раннеспелых сортов обуславливает и более быстрое их перезревание, поэтому уборку урожая таких сортов необходимо проводить в очень короткие сроки. Накопление зрелых плодов на среднеспелых, среднепоздних и позднеспелых растениях томата до необходимого уровня возможно за счет создания или подбора сортов с большей устойчивостью первых созревающих плодов к перезреванию и размягчению (15–20 суток и более). Дружность созревания плодов зависит также от дружности появления всходов, цветения, завязывания и формирования плодов. Дружность появления всходов наряду с агротехническими приемами можно повысить подбором сортов и гибридов, семена которых способны прорасти при пониженной температуре (11–13°C). Урожайность растения томата определяется числом кистей, числом плодов на одной кисти, массой каждого плода. Обычно урожайность сортов с высокорослым, индетерминантным типом куста выше, чем с низкорослым и среднерослым, детерминантным типом. Однако такие растения непригодны для механизированной уборки урожая. Малорослые же сорта, используемые для механизированной уборки плодов, отличаются пониженной урожайностью, поэтому необходимо увеличивать число таких растений до 100–200 тыс. на 1 га. Плоды томата после комбайновой уборки идут в основном на переработку. Такая тенденция, видимо, сохранится и в ближайшем будущем. В связи с этим, при подборе и оценке сортов и гибридов, пригодных для механизированной уборки урожая, необходимо обращать внимание на повышение питательной ценности и технологических качеств плодов.

*Перец сладкий.* Основные требования, предъявляемые к сортам перца сладкого, предназначенным для механизированной уборки урожая, довольно близки к тем, что относятся к культуре томата: высокая урожайность, дружность образования и созревания плодов, их легкая

отделимость от растений (усилие на отрыв не более 8-11 Н), хорошее качество и др.

*Капуста белокочанная.* Растения капусты, пригодные для механизированной уборки урожая, должны быть выравненными как по морфологическим признакам, так и по срокам созревания, мало- или среднеоблиственными, диаметром не более 70 см, а кочаны – примерно одинаковыми по форме и размеру: округлые или округло-плоские (индекс не менее 0,7–0,8), с поперечным диаметром не более 25 см и массой до 3 кг, с наружной кочерыгой высотой не более 14–16 см, прочно удерживающей растения в вертикальном положении, обладать повышенной устойчивостью к ударным воздействиям и растрескиванию. Вертикально расположенные вокруг кочанов листья смягчают механические воздействия, которым подвергаются кочаны при уборке. Наиболее ценный признак – дружность формирования кочанов. К периоду уборки урожая у ранних сортов должно быть не менее 80% товарных кочанов, у средних и поздних – не менее 90–95%.

Участки, предназначенные для полевого испытания сортов на пригодность для механизированной уборки, должны быть чистыми от сорняков, выровненными, с уклоном не более 5° и с длиной гона не менее 250–300 м. При оценке сортообразцов капусты на пригодность для механизированной уборки необходимо проводить предуборочный осмотр растений. Он включает следующий примерный перечень учетов и наблюдений:

- определение числа растений (%) с пониклым расположением кочанов; учет проводят с использованием 100 и более растений в сортообразце в 3-кратной повторности;
- определение длины наружной кочерыги; для этого берут пробу из 100 и более растений в 3-кратной повторности, учеты ведут по каждому растению в пробе, вычисляют среднее арифметическое и вариационный коэффициент, характеризующий степень однородности образца по данному признаку, одновременно учитывают число искривленных кочерыг (%) и форму кочерыг: удлинненно-коническая (обычно менее приспособленная к вертикальному стоянию) и цилиндрическая (обычно более устойчивая);
- учет числа листьев в розетке растений, листовой массы, кочанов и процентное соотношение массы кочана и всей массы растения; меньшее число и меньший удельный вес листьев розетки в урожае благоприятствуют комбайновой уборке;

- определение дружности созревания (формирования) кочанов (количество сформировавшихся кочанов в % общего числа растений);
- определение плотности кочанов: чем плотнее кочан, тем меньше он повреждается при уборке. Этот показатель у плотных кочанов близок к единице.

При оценке сортов капусты, убранной комбайном, путем анализа средней пробы (по 100 растений в 3-кратной повторности), взятой из накопителя комбайна, учитывают в основном следующие признаки:

- степень повреждения кочанов (%): до трех кроющих листьев, свыше трех кроющих листьев, разрушение кочанов;
- длина кочерыжки: наружная кочерыжка отсутствует – задет кочан, от 0 до 3 см (нормальный срез), от 3 до 5 см (допускается около 5% кочанов), свыше 5 см (не допускается);
- облиственность убранных кочанов: один лист (это нежелательно, так как кочаны загрязняются), два-три листа (нормальное число), три-четыре листа (допускается), пять и более листьев (нежелательно);
- характер среза кочерыжки: наклонный срез под углом более 20° считается косым (это нежелательно, так как кочерыжки при таком срезе повреждают соседние кочаны при соприкосновении их в бункере), срез менее 20° считается нормальным. Подсчитывают количество товарных и нетоварных кочанов с определенной учетной делянки (обычно 14-20 м<sup>2</sup>) и из пробы, взятой из бункера комбайна. Кроме того, ворох разделяют на следующие фракции: кочаны товарные, недогоны, проросшие, треснувшие (в полевых условиях), большие, рыхлые и т.д. Нетоварных кочанов в ворохе должно быть не более 5%.

*Морковь.* Для механизированной уборки пригодны корнеплоды длиной 12–15 см, имеющие форму утолщенного цилиндра или конуса, гладкую поверхность с неглубокими чечевичками, малосвязанную с почвой, устойчивые к ветвлению, растрескиванию и ударным воздействиям. Весьма желательно равномерное расположение головок корнеплодов относительно поверхности почвы (на уровне почвы или при легком – на 0,2–0,5 см – заглублении в нее). Листовая розетка должна быть устойчивой к полеганию, средней высоты (30–45 см), прочно прикрепленной к головке корнеплода (усилие на отрыв не менее 6 кг). Очень важна высокая сохранность корнеплодов после машинной уборки (быстрое образование перидермы на местах повреждений, локализация некрозов поврежденной ткани и т. п.).

При оценке сортов на пригодность для механизированной уборки урожая лабораторными методами семена высевают на делянке площадью не менее 300 м<sup>2</sup>. Определяют прочность связи растения с почвой (усилие на теребление) с помощью динамометра. Для оценки в пределах каждого сортообразца берут 100 не подкопанных растений в 10 местах участка. Одновременно определяют влажность и плотность почвы. Исследуют также прочность связи корнеплода с ботвой, используя рычажный динамометр. Ботву закрепляют в зажиме на расстоянии 5 см от головки корнеплодов (зажимная длина ботвы – 10 см). Измеряют диаметр пучка листьев у основания, число листьев в пучке, размер (диаметр) корнеплода.

Для определения устойчивости корнеплода к ударным воздействиям берут 100 типичных для сорта товарных корнеплодов. Учитывают исходную массу, затем корнеплоды сбрасывают транспортером с высоты 1 м на металлическую поверхность или на металлические прутки диаметром 8 мм, закрепленные параллельно друг другу с просветом 30 мм, и закладывают на хранение. После 10-дневного хранения пробу взвешивают. Учитывают убыль массы в сравнении с исходной. Кроме того, корнеплоды сортируют на фракции и анализируют по степени и характеру их повреждений.

Неравномерность расположения головки корнеплода по отношению к уровню почвы, особенно наличие в сортовой популяции растений с резко выдвинутой над почвой головкой, осложняет срезку ботвы и увеличивает число поврежденных при этом корнеплодов. Для оценки данного признака подсчитывают растения с углубленной в почву головкой, с головкой на уровне поверхности почвы и с головкой, расположенной выше уровня почвы. Процентное соотношение растений этих групп покажет степень однородности сортовой популяции по указанному признаку.

*Свекла столовая.* Распространенные сорта и гибриды свеклы столовой в основном образуют корнеплоды округлой или овальной формы, реже цилиндрической.

Они полууглублены в почву и легко выдергиваются, поэтому существующий сортимент вполне пригоден для уборки урожая машинами теребильного типа.

Сортообразцы свеклы на пригодность для механизированной уборки необходимо оценивать по признакам устойчивости корнеплода (прочности кожицы и мякоти) к ударным воздействиям.

*Лук репчатый.* К сортам этой культуры предъявляют следующие требования: однородность севка по форме и размеру (лучшие формы севка - каплевидная и близкая к шаровидной с индексом 0,9-1,1); дружное созревание лука-репки (85–90% зрелых луковиц ко времени уборки); округлая форма лука-репки с индексом 0,9–1,1; слабая облиственность растений (5–6 листьев), тонкая шейка при созревании; прочная кроющая сухая чешуя (толщиной до 0,8 мм), плотно облегающая луковицу; устойчивость луковиц к ударным и другим механическим воздействиям; наличие в гнезде одной-двух луковиц; у многогнездных сортов образцов – однородность луковиц в гнезде по размеру и форме.

Можно оценивать луковицы путем сбрасывания пробы (50-100 луковиц) с высоты 70 см на деревянную или металлическую площадку. Каждый образец подвергают этой процедуре 3–5 раз.

Затем луковицы закладывают на хранение. После его завершения учитывают отходы, вызванные повреждениями. Образец считают хорошим, если сохраняется до 80% заложенных луковиц.

*Огурец.* Основные требования, предъявляемые к сортам и гибридам огурца для открытого грунта, пригодных для механизированного возделывания и одноразовой механизированной уборки урожая, следующие:

- относительно высокая урожайность (не менее 15 т/га);
- дружность образования плодов;
- способность растений выдерживать загущение до 100-200 тыс. на 1 га, устойчивость их к наиболее вредоносным болезням;
- тип растения кустовой или короткоплетистый (с длиной главного стебля, не превышающей 1 м), маловетвистый (не более 2-4 боковых ветвей);
- концентрация плодов на растении выше 10 см от корневой шейки;
- наличие двух-трех товарных плодов на растении ко времени уборки урожая;
- плоды должны обладать способностью сохранять окраску и товарные качества зеленца в течение 4-х суток и более, т.е. устойчивостью к пожелтению, размягчению плаценты, затвердению семенных оболочек и т.д.; иметь хорошие вкусовые и технологические качества, быть пригодными для потребления в свежем виде, засола и использования в консервной промышленности, однородными по размеру и форме, без горечи и пустот, с плотной, хрустящей мякотью, негрубой кожицей, небольшими семенными камерами, относительно ровной или

среднебугорчатой поверхностью; обладать устойчивостью к механическим воздействиям, способностью не загрязняться при уборке.

*Овощной горох.* Сорта этой культуры должны быть высокоурожайными, с дружным созреванием бобов и замедленным перезреванием горошка, устойчивыми к болезням и вредителям. Наиболее пригодны для одноразовой уборки сорта с укороченными междоузлиями, что обеспечивает дружное созревание. Высота растений 50-80 см, высота прикрепления нижних бобов не менее 25-30 см, потери гороха при обмолоте не более 5-7%, битых зерен не более 3%.

*Тыквенные овощные культуры.* Основные признаки, определяющие пригодность сортов этих культур для механизированной уборки, следующие: средний размер, округлая форма плодов, устойчивость их к ударным воздействиям, дружность созревания, устойчивость мякоти плода к перезреванию, высокая транспортабельность. У тыквы, кабачка и дыни наиболее перспективны для механизированной уборки урожая сорта с кустовой короткоплетистой формой растения и близким расположением плодов к основанию плети. У кабачка наряду с кустовой формой растений особенно важно преобладание женского типа цветения, определяющего обильное и дружное плодоношение.

При оценке сортообразцов на пригодность для механизированной уборки урожая с использованием имеющихся средств механизации необходимо учитывать главным образом следующие показатели:

- степень повреждения, растрескиваемость плодов при уборке (в процентах);
- отделимость плодов от плетей (растений): подсчитывают процент отделившихся плодов, учитывая наличие плодоножек, кусочков плетей, повреждения мякоти и т.д.;
- выравненность плодов по размеру и форме;
- соотношение и количество товарных и нетоварных плодов.

Для учета указанных признаков анализируют среднюю пробу из 50–100 плодов в 3-кратной повторности.

#### **8.4. Методика проведения опытов в овощеводстве защищенного грунта**

1. В овощеводстве защищенного грунта основным методом исследования является лабораторно-производственный опыт, который допускает неполное соответствие производственным условиям, поэтому его

результаты следует обязательно проверять в условиях производства. При постановке опытов в сооружениях защищенного грунта руководствуются теми же принципами, что и при закладке полевого опыта: типичность опыта, принцип единственного различия и достоверность опыта по существу.

Под типичностью опыта понимают проведение его в культивационных сооружениях, наиболее распространенных в данном регионе, в которых используют типичные для зоны почвенные грунты или искусственные субстраты.

Принцип единственного различия предполагает тождество всех условий проведения эксперимента кроме изучаемого.

Данные учета урожая и сопутствующие в опыте наблюдения будут иметь научное значение только в том случае, если схема и методика составлены правильно и соответствуют поставленным задачам, правильно выбраны объекты и условия проведения эксперимента.

В сооружениях защищенного грунта наблюдается различный микроклимат как в горизонтальном, так и вертикальном направлении что приводит к сильному закономерному и случайному варьированию урожайности культур по микрозонам. Это создает значительные затруднения в размещении опыта и распределении вариантов по делянкам опыта. Предпочтение следует отдавать методу рендомизированных повторений, который позволяет получить наиболее объективную оценку эффективности вариантов и значительно снизить ошибку опыта. Каждое рендомизированное повторение следует располагать компактно в пределах одной микрозоны, выделяя защитные полосы шириной от 2 до 4 м от торцовых и боковых ограждений.

Площадь делянок в сооружениях защищенного грунта варьирует от 2 до 20 м<sup>2</sup>, повторность 4-6 кратная. Площадь делянки зависит от габитуса растений, чем больше габитус растения, тем больше площадь делянки. Например, площадь делянки для огурца, томата – до 6 м<sup>2</sup>, для перца и баклажана – 4 м<sup>2</sup>, для редиса, салата и при выращивании рассады – 2 м<sup>2</sup>. При сравнительном изучении различных технологий выращивания площадь делянки должна составлять 10-20 м<sup>2</sup>.

При закладке опытов в теплицах особое внимание следует уделять ориентации делянок: длинная сторона должна быть в направлении наиболее сильного изменения не изучаемых условий. В арочных теплицах делянки следует располагать длинными сторонами перпендикулярно коньку теплицы, в блочных – вдоль конька.

Повторения располагают 2 способами: ленточным и многоярусным. Ленточный способ применяют в теплицах арочного типа и при использовании малогабаритных пленочных укрытий. В блочных теплицах можно применять оба способа. Резко различающиеся по микроклимату зоны отводят под защитки.

Объем наблюдений и учетов в опыте определяется его задачами. В агротехнических экспериментах обязательны фенологические наблюдения, фиксация складывающегося режима фитолимата, характеристика плодородия почвогрунта или питательного раствора.

При проведении наблюдений и учетов пробы растений следует отбирать по всем повторностям. При фенологических наблюдениях начало фазы отмечают, когда в нее вступают 10% растений, массовое наступление – 70%.

Основное наблюдение в опыте – это учет урожая. В связи с тем, что в сооружениях защищенного грунта варианты опыта размещают на делянках небольшого размера, учет урожая необходимо проводить очень тщательно. Урожай собирают отдельно по делянкам при достижении одинаковой степени зрелости плодов. Перед сбором урожая делянки необходимо внимательно осмотреть и сделать, если надо, выключку. Если выключки занимают более 20% площади делянки, её исключают из опыта, если менее 10%, выключку можно не делать.

При выпадении растений вскоре после посадки (5-8 дней) на их место сажают растения этого же варианта. Если растения выпали после того, как с них частично собран урожай, выключку считают со времени выпадения растений. При последующей обработке данных учетную площадь соответственно уменьшают.

Часто при постановке опытов в грунтовых теплицах возникает необходимость элиминировать влияние предыдущего опыта. По влиянию на тепличный грунт все опыты делят на 2 группы – с сильным и слабым воздействием. К первой группе относятся опыты с удобрениями, коренным улучшением грунтов, различными почвосмесями; ко второй – изучение сортов, площадей питания, применением регуляторов роста. Для элиминирования влияния опытов с сильным воздействием на грунт рекомендуется снять грунт на глубину 30 см, тщательно перемешать и равномерно распределить или полностью заменить. Влияние опытов со слабым воздействием на грунт можно сгладить внесением на 150-300 т/га органических удобрений.

## **9. МЕТОДИКИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ХРАНЕНИЮ И ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА.**

### **9.1. Методика учета потерь при хранении продукции растениеводства**

При проведении исследований по хранению продукции растениеводства должен обеспечиваться принцип «единства различия», то есть вычленения изучаемых факторов в зависимости от схемы постановки одно-, двух- или многофакторных опытов. Во всех случаях соблюдается принцип тождества не изучаемых факторов или другими словами – равенства сопутствующих условий при постановке опыта.

Испытываемый вариант должен отличаться от контрольного одним или несколькими элементами, а все остальные условия должны быть одинаковыми, поскольку они не являются объектом (фактором) исследования.

Хранение опытной продукции производится в строгом соответствии с принятой для данной зоны технологией, с соблюдением элементов режима по периодам хранения согласно схеме опыта. Под элементами режима здесь подразумеваются температура, относительная влажность, кратность обмена воздуха в зависимости от теплотворной способности объекта исследования и др.

Подготовка к проведению исследований проводится поэтапно, включая отбор учетных образцов, а при необходимости, определяемой задачами исследований, - выращивание продукции нужного качества в соответствии со схемой опыта. Закладка отобранных учетных образцов на хранение и создание его условий осуществляются согласно схеме рабочей программы исследований. Заключительный этап опыта – анализ результатов и определение качества сохранившегося стандартного картофеля с учетом его целевого назначения.

Используемый материал должен быть однородным по физиологическому состоянию и отвечать требованиям стандартов.

Для исследований необходимо использовать продукцию районированных и перспективных сортов разных групп спелости, возделываемых в данной почвенно-климатической зоне.

Среднюю пробу продукции отбирают в соответствии с требованиями стандарта. При этом загнившие и травмированные (в средней и тяжелой степени) экземпляры удаляют.

После отбора средней пробы проводят анализ. Следует отметить, что в каждом конкретном случае набор учетных образцов продукции и их весовую фиксацию проводят по схеме опыта, определяющей необходимое качество продукции как объекта исследований.

Масса продукции, закладываемой для опытов, определяется характером исследований. В производственных опытах вместимость закрома должна быть не менее 5 т. Контейнеры (ящики на поддонах) должны располагаться на всех ярусах загрузки по сторонам и в центре штабеля, с тем чтобы характеристика лежкости продукции была наиболее точной.

Для учета результатов исследований по хранению в насыпь продукции закладывают фиксированные образцы в сетках массой 3 кг и в сетчатых мешках – не менее 5 кг. При постановке рекогносцировочных опытов масса образца составляет 2-3 кг. Учетные образцы снабжают этикетками с указанием порядкового номера, массы, сорта. Эти данные одновременно записывают в журнал. Фиксированные образцы закладывают в насыпь сразу после их оформления, причем одновременно по всем вариантам опыта. Допускается временное (до 2-3 суток) хранение набранных образцов в массе партий здоровой продукции.

Фиксированные образцы необходимо размещать в разных слоях хранящейся продукции. Сетки и сетчатые мешки размещают в закроме по 3-5 ярусам в зависимости от высоты загрузки, а в ярусе - в виде «конверта» (по 5 образцов).

В хранилище навалного типа фиксированные образцы закладывают на 3-5 ярусов в зависимости от высоты загрузки, по 2-3 "конверта" на ярусе.

При контейнерном способе хранения в насыпь продукции в контейнере закладывают 3 образца по диагонали снизу вверх на расстоянии 20-30 см один от другого. Контейнеры устанавливают в 3-5 ярусов, в зависимости от размера хранилища, по краю штабеля и в его середине.

При рекогносцировочном опыте фиксированные образцы закладывают в 4-6-кратной повторности.

После завершения периода хранения в каждом варианте опыта (фиксированном образце или производственной емкости – закроме, контейнере) учитывают массу здоровой продукции, частично пораженной болезнями, абсолютной гнили, ростков. Массу каждой фракции определяют отдельно и вычисляют ее величину в процентах от общей массы продукции, заложенной на хранение. Суммарное количество

абсолютной гнили, технического брака, ростков и убыль массы составляют общий отход, за вычетом которого устанавливают выход стандартной продукции после хранения.

Убыль массы определяют, вычитая из массы заложенной на хранение продукции массу сохранившейся (включая все фракции). Полученную весовую убыль массы продукции выражают в процентах или в технических единицах измерения по отношению к массе первоначально заложенного на хранение продукта. Более точно убыль массы может быть определена при закладке специальных фиксированных образцов в сетках вместительностью 3–4 кг. Каждый экземпляр в этих образцах должен быть пронумерован и взвешен. При завершении периода хранения экземпляры вновь взвешивают. После исключения всех сгнивших рассчитывают общую убыль массы.

Одновременно с анализом продукции при закладке опыта отбирают пробы по 20–25 экземпляров для химических анализов, проводимых в сроки, определяемые программой исследования. Пробы для последующих анализов взвешивают и закладывают в сетках в насыпь рядом с фиксированными образцами. Число сеток должно соответствовать числу сроков определения.

К основным биохимическим показателям качества продукции, определяемым общепринятыми методами, относятся: содержание сухого вещества, в том числе крахмала, общего и редуцирующих сахаров, аскорбиновой кислоты. Необходимость определения других биохимических показателей качества продукции зависит от конкретных задач исследования.

Оценка органолептических показателей проводится в случаях, предусмотренных программой исследований.

При подборе сортов для производства продуктов питания и оценке их качества необходимо учитывать химический состав, оказывающий влияние на качество полуфабрикатов и готовых продуктов, а также на экономические показатели их производства. Обязательный перечень показателей зависит от ассортимента выпускаемой продукции.

Важными показателями, характеризующими заложенный на хранение продукт, являются скрытая зараженность продукции и устойчивость ее к воздействию возбудителей различных болезней.

Определение скрытой (латентной) зараженности продукции проводится в два срока: при загрузке на хранение и весной.

Научным исследованиям по хранению продукции должны

сопутствовать наблюдения за изменением температуры в насыпи (по ярусам, где расположены фиксированные образцы), в помещении хранилища: у ворот, в центре и особенно в верхней зоне, а также температуры воздуха: наружного и подаваемого в насыпь вентиляторами или вентиляционной смеси. Измерение проводится в магистральном вентиляционном канале, на расстоянии 1 м от вентилятора, обычным термометром или дистанционным электротермометром. Учитывают также изменения относительной влажности в насыпи, в хранилище, а также наружного воздуха и подаваемой вентиляторами смеси. Регистрируют время работы вентиляционных установок. В отдельных случаях, если это предусмотрено программой опыта, устанавливают также содержание в среде CO<sub>2</sub>. Все перечисленные наблюдения проводят ежедневно, результаты записывают в специальный журнал. В дни, когда проводится вентиляция, температуру измеряют дважды: до вентиляции и через 30 мин после ее окончания.

*Определение влияния исследуемого фактора на величину потерь продукции при хранении.* Опыты по исследованию влияния того или иного фактора на величину потерь при хранении могут проводиться в стационарных хранилищах, холодильных камерах, оборудованных естественной и принудительной вентиляцией, а также при хранении продукции в мягкой (сетки, мешки) или жесткой (контейнеры, ящики) таре в хранилищах, оснащенных активной вентиляцией, при хранении насыпью в закромах или навалом по всему хранилищу.

При постановке таких опытов для характеристики сохранности продукции необходима сопоставимость разных вариантов по количеству фиксированных образцов в соответствии с принятой для литого способа высотой складирования. Так, если сравниваются равные способы хранения, например, закрошный и навалый, то слой загрузки картофеля при каждом из них должен быть одинаковым.

Кроме того, должна применяться одна и та же система вентиляции. Контейнеры или ящики также устанавливают в штабели одинаковой высоты. В этих условиях учитывают и особенности (специфику) сравниваемых способов хранения. Объективная оценка сохранности может быть получена только при равномерном распределении фиксированных образцов в насыпи каждого варианта опыта.

Условия хранения (температура, влажность, газовый состав) при постановке опытов во все периоды должны быть оптимальными для данного способа, особенностей и качества заложенного на хранение сорта

и его целевого назначения. В отдельных случаях они могут различаться, если этого требуют характер и программа исследований.

*Определение естественной убыли массы продукции при хранении.* Специальные опыты по определению естественной убыли массы продукции при хранении проводятся в целях разработки или уточнения ее норм.

Понятие "естественная убыль массы" предусматривает наличие исходной фиксированной массы определенного образца продукции перед хранением, которая уменьшается вследствие испарения влаги и расходования сухого вещества на дыхание.

К естественной убыли массы не относятся отходы больных экземпляров, ростки, всякого рода потери массы, происходящие из-за несоблюдения установленных правил и режима хранения.

Естественная убыль массы определяется по фиксированным в полиэтиленовых, хлорвиниловых или капроновых сетках образцам массой 3-4 кг. Сетку с уложенными в нее экземплярами продукции завязывают и к ней прикрепляют этикетку с указанием номера образца.

Для исследований используется продукция нужных, отвечающих схеме опыта сортов, выращенный и убранный по принятой в зоне или же по новой (исследуемой) технологии. В образец могут быть включены только здоровые экземпляры продукции.

Исследования по определению естественной убыли проводят в типичных для данной зоны производственных условиях, исключающих возможность влияния на ее величину случайных и искусственных факторов. Не допускается хранения опытной продукции в разнородных по качеству партиях продукции.

В хранилищах закроного типа учетные сетки закладывают э деревянные решетчатые четырехугольные шахты размером 50х50 см, которые устанавливают в середине закрома горизонтально, по одной на каждый метр высоты загрузки, соответственно на высоте 10-60 см, 110—160, 210-260, 310-360 см от пола закрома. Сетки с пронумерованными и взвешенными экземплярами продукции, снабженные номерными этикетками, размещают на решетчатых поддонах из деревянных планок. Поддоны вдвигают в шахту. 3 конце поддона, монтируют крышку, закрывающую шахту. Для уменьшения трения при движении поддона используют смазку или ролики. Длина шахт и поддонов рассчитана так, чтобы последние не доходили до задней стенки закрома на 1 м. На каждый поддон укладывают равномерно по его длине 6 учетных сеток.

Свободное пространство закладывают продукцией в частично заполненных сетчатых мешках. Для проведения учета поддон выдвигают, взвешивают продукцию в сетках, после чего вновь укладывают их в таком же порядке на поддон и задвигают его в шахту.

В хранилищах навалного типа опытные сетки закладывают в деревянные четырехугольные решетчатые шахты размером 50х50 см, которые размещают вертикально в насыпи перпендикулярно полу хранилища по всей длине. Шахты должны выступать над насыпью на 30-40 см. В средней части навалного хранилища в насыпи устанавливают две шахты: одну в 2-3 м от стены хранилища, другую – в середине насыпи. Шахты до высоты 10 см загружают продукцией в частично заполненных сетчатых мешках.

На высоту 10-60 см, 110—160, 210-260 и 310-360 см от пола хранилища в шахту закладывают по 6 учетных сеток с пронумерованными и взвешенными экземплярами продукции, к сеткам прикрепляют номерные этикетки. Пространство между учетными ярусами сеток, а также сверху над последним ярусом закладывают частично заполненными продукцией сетчатыми мешками до уровня загруженной насыпи. Для облегчения выемки из шахты учетных сеток и находящихся между ними сетчатых мешков к ним привязывают веревки, к концу которых прикрепляют этикетку, на которой указана высота размещения сотки. Концы веревок закрепляют в верхней части шахты. Для проведения учета из шахты вынимают верхние сетчатые мешки, затем верхний ярус учетных сеток и остальные ярусы учетных сеток до самого нижнего. После взвешивания учетные сетки и сетчатые мешки вновь укладывают в шахту в обратном порядке.

В хранилищах, оснащенных принудительной вентиляцией, в холодильниках, а также при хранении в контейнерах для проведения опытов выделяют часть помещения или емкости, наиболее типичную для данного способа и режима хранения. 3 каждый контейнер закладывают по 3 учетные сетки с пронумерованными и взвешенными экземплярами продукции. Сетки размещают в насыпи клубней. На каждый месяц хранения в общий штабель должно быть поставлено 4-6 контейнеров, по 2 контейнера в каждом ярусе. На весь срок опытного хранения с сентября по апрель (май) закладывают 32-48 контейнеров. Контейнеры с контрольными сетками должны быть установлены в штабель так, чтобы в процессе хранения можно было вести наблюдение за температурой и качеством продукции и снимать для учета убыли каждый месяц 4(6)

контейнеров с 12(18) учетными сетками без проведения сложных разгрузочных работ и перестановки контейнеров.

При всех способах хранения обязательным условием является сокращение времени на взвешивание клубней и закладку сеток в насыпь до 2-5 суток.

Промежуточные и окончательные учеты исследований по определению естественной убыли массы проводят в течение 2-3 суток и в определенные сроки: I-2/X, I-2/XI, 1-2/ XII, 2-3/I, 1-2/II, 1-2/III, 1-2/IV, 3-4/V, 1-2/VI.

При невозможности провести учет в указанный срок допускается отклонение на 2-3 дня с последующим пересчетом размера естественной убыли массы на запланированный период учета.

Желательно, чтобы взвешивание в фиксированном образце в начале, по периодам и в конце опыта проводил один и тот же исполнитель на весах одного и того же типа с точностью до 0,1 г.

При каждом разборе учетной сетки пораженные болезнями экземпляры продукции отбирают, взвешивают и выбраковывают.

При расчете естественной убыли массы цифровые данные по загнившим, выбракованным экземплярам не учитывают. Расчет естественной убыли массы фиксированного картофеля в сетке проводится путем вычитания из общей массы картофеля, заложенного на хранение в сетку (за вычетом выбракованных клубней), массы сохранившегося к моменту учета здорового картофеля. Для выражения в процентах разницу в граммах умножают на 100, делят на общую исходную массу или массу предыдущего учета.

## **9.2. Отбор проб и оценка качества продукции растениеводства**

**Отбор проб товарного зерна.** Для оценки качества зерна отбирают точечные пробы. Их количество и порядок отбора определяются размером партии и способом ее размещения. Если партия зерна размещена в складе насыпью, то точечные пробы отбирают конусным или универсальным шупами в зависимости от ее площади. Из мешков пробы отбираются мешочным шупом, причем количество мешков, из которых отбирают пробы, будет зависеть от количества мешков в партии. В дальнейшем точечные пробы смешиваются для составления объединенной пробы. Из объединенной пробы делительными аппаратами или методом квартования (метод треугольников) выделяют среднюю пробу массой

$2,0 \pm 0,1$  кг, а из нее аналогичным путем выделяют навески для определения показателей качества товарного зерна. Анализ средней пробы проводят по схеме (рис. 12):

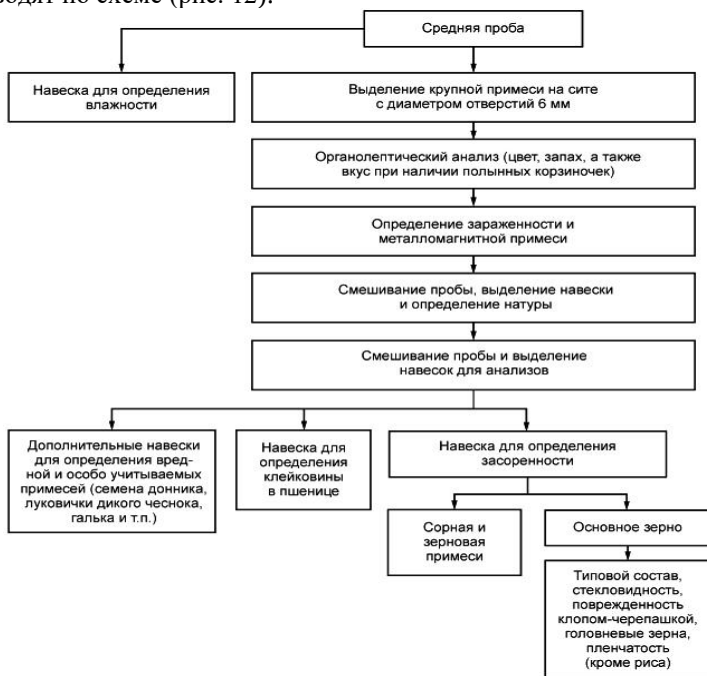


Рис. 12 Отбор пробы и ее оценка

**Определение свежести зерна.** Цвет зерна определяют путем осмотра образца при рассеянном дневном свете, сравнивая его с эталонными образцами типов и подтипов зерна или характеристикой этого признака, описанной в стандартах на отдельные культуры.

Запах определяют как в целом, так и в размолом зерне. Для этого из средней пробы выделяют навеску зерна массой 100 г, помещают в чашку и устанавливают запах. Для усиления ощущения запаха необходимо вызвать десорбцию летучих веществ, его обуславливающих. Для этого зерно засыпают в стакан и заливают горячей водой (температура 60–70 °С) и, покрыв стакан стеклом, оставляют на 2–3 мин, затем воду сливают и определяют запах. Для этой же цели можно зерно

прогреть паром в течение 2–3 мин на сетке над кипящей водой, после чего его высыпают на лист чистой бумаги и определяют запах.

**Определение влажности зерна.** Под влажностью зерна понимают содержание в нем физико-химически и механически связанной с тканями воды, удаляемой в стандартных условиях определения, выраженное в процентах.

Все методы определения влажности зерна можно разделить на две группы: прямые и косвенные. К первой группе относятся методы, при помощи которых содержание влаги в зерне определяют путем измерения ее объема после предварительной отгонки в специальных приборах – дистилляторах.

Наибольшее распространение получили косвенные методы определения влажности зерна. К ним относятся:

1. Определение влажности зерна приборами (влагомерами), принцип действия которых основан на изменении электропроводности, диэлектрической проницаемости продукта в зависимости от его влажности.

2. Определение количества влаги высушиванием навески целого или размолотого зерна (по сухому остатку).

Сущность основного, или стандартного, метода определения влажности товарного зерна заключается в высушивании проб размолотой навески массой 5 г в двукратной повторности в сушильном шкафу при температуре 130 °С в течение 40 мин. В дальнейшем по снижению ее массы (усушке) рассчитывают процент содержания влаги в зерне.

Из средней пробы выделяют  $300 \pm 10$  г зерна. Для выбора варианта метода и определения продолжительности подсушивания проводят предварительное определение влажности на влагомерах. Если влажность зерна более 17 %, то применяют метод с предварительным подсушиванием. Для этого навеску зерна массой 20 г подсушивают в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течение определенного времени (табл. 83).

Взвешивание производят до и после подсушивания. Подсушенную навеску измельчают в лабораторной мельнице (пшеница, рожь – 30 с, ячмень, овес – 60 с). Две навески размолотого зерна массой по 5 г помещают в предварительно взвешенные до второго десятичного знака бюксы и сушат в сушильном шкафу в течение 40 мин при температуре 130 °С, после высушивания производят взвешивание.

Влажность зерна при определении с предварительным подсушиванием вычисляют по формуле

$$X_1 = 100 - m_1 \cdot m_2,$$

где  $X_1$  – влажность зерна, %;

$m_1$  – масса пробы целого зерна после предварительного подсушивания, г;

$m_2$  – масса навески размоленного зерна после высушивания, г.

**Таблица 83. Время предварительного подсушивания навесок зерна**

| Наименование культуры                                           | Продолжительность подсушивания (с момента восстановления температуры 105 °С в камере сушильного шкафа), мин, при влажности, предварительно определенной влагомером, % |             |          |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|
|                                                                 | до 25                                                                                                                                                                 | от 25 до 35 | более 35 |
| Пшеница, рожь, овес, 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.

При определении влажности без предварительного подсушивания из средней пробы выделяют  $300 \pm 10$  г зерна, перемешивают его и выделяют навеску массой 20 г, измельчают в лабораторной мельнице. Дальнейший порядок определения влажности такой же, как и в методе с предварительным подсушиванием зерна.

Влажность зерна в этом случае вычисляют по формуле:

$$X_2 = 20 \cdot (m_1 - m_2),$$

где  $X_2$  – влажность зерна, %;

$m_1$  – масса навески размоленного зерна до высушивания, г;

$m_2$  – масса навески размоленного зерна после высушивания, г.

Метод высушивания навески используется также при определении влажности зерна с помощью влагоанализаторов. На начальной стадии измерения прибор точно определяет массу навески, помещенной на

платформу для взвешивания. Затем следует быстрый нагрев и сушка образца инфракрасными лампами. Во время тестирования прибор постоянно фиксирует уменьшение массы навески и по окончании сушки отражает результат на дисплее.

Влагоанализатор MAC 50 (рис. 13) может производить сушку образца в различных режимах (быстрый, плавный, ступенчатый и т. п.) с использованием сокращенного меню или библиотек программ сушки.



Рис. 13. Анализатор влажности MAC 50

После включения прибора и выбора нужных параметров работы для начала процесса сушки необходимо по очереди нажать кнопки Start/Stop, Tara, открыть сушильную камеру, поместить навеску (достаточно ~2–4 г) на платформу прибора и закрыть сушильную камеру. Процесс сушки начнется автоматически. Нажимая в процессе сушки кнопку Display, можно изменять отображаемые текущие сведения: влажность, сухой остаток, соотношение влаги/сухой массы, процент изменения массы. По окончании анализа прибор подает звуковой сигнал. Для досрочной остановки процесса сушки необходимо нажать кнопку Start/Stop и кнопку Print/Enter.

**Определение засоренности товарного зерна.** Засоренность – общее количество примесей, выявленных (содержащихся) в навеске зерна, взятой для анализа, в процентах от ее массы.

В товарном зерне примесь делят на две группы: сорную и зерновую. В партиях семян масличных культур последний термин заменяется словосочетанием «масличная примесь». В основу деления примесей на указанные группы положено неодинаковое влияние их на потребительские достоинства зерна, его сохранность и качество продуктов, вырабатываемых из данной партии.

При определении засоренности сначала выделяют крупную сорную примесь (колосья, солому, комки земли, крупные семена сорняков и т. д.). Для этого среднюю пробу зерна просеивают на сите с отверстиями диаметром 6 мм. Сход с этого сита взвешивают отдельно по фракциям, учитываемым при определении сорной примеси конкретной культуры, и выражают в процентах к массе средней пробы. Расчет производят по формуле:

$$X_{\text{кр}} = \frac{m_1 \cdot 100}{m},$$

где  $X_{\text{кр}}$  – содержание крупной сорной примеси, %;

$m_1$  – масса фракций крупной сорной примеси, г;

$m$  – масса средней пробы зерна, г.

В дальнейшем для определения сорной и зерновой примесей из средней пробы, освобожденной от крупной сорной примеси, выделяют навеску массой от 2 до 200 г в зависимости от культуры. Так, для зерна кукурузы и большинства бобовых культур выделяют навеску в 100 г, для зерна основных злаковых культур – в 50 г.

Определение содержания вредных и особо учитываемых примесей, если они обнаружены при анализе, проводят дополнительно в более крупных навесках зерна. Состав вредной и особо учитываемой примесей, а также масса навесок при их определении указаны в действующем стандарте.

При определении содержания явно выраженной сорной и зерновой примесей выделенную для анализа навеску просеивают в течение 3 мин через сита, размер отверстий которых указан в стандарте, для выделения мелкого сора, который целиком относят к сорной примеси. Для облегчения разборки навески используют дополнительные сита, согласно стандарту. Каждую фракцию примесей взвешивают с точностью до 0,01

г. После взвешивания содержание каждой фракции примесей выражают в процентах к взятой навеске по формуле:

$$X = \frac{m_{\text{п}}}{m_{\text{н}}} \cdot 100,$$

где  $X$  – содержание фракции сорной примеси, %;

$m_{\text{п}}$  – масса примеси, г;

$m_{\text{н}}$  – масса навески, г.

К соответствующим фракциям сорной примеси прибавляют ранее выделенные из средней пробы крупные примеси в процентах.

Общее содержание сорной, зерновой примесей и основного зерна выражают с точностью до 0,1 %.

#### **Определение зараженности зерна вредителями хлебных запасов.**

При определении явной формы зараженности 1 кг зерна просеивают вручную через набор сит с круглыми отверстиями (нижнее сито с диаметром 1,5 мм, верхнее – 2,5 мм) в течение 2 мин при 120 круговых движениях в минуту. Следует иметь в виду, что при температуре ниже 5 °С вредители находятся в оцепенении. Чтобы вывести их из этого состояния, образцы зерна прогревают при температуре 25–30 °С в течение 10–20 мин.

Для определения зараженности зерна крупными вредителями (маврitanской козявкой, большим мучным и смоляно-бурым хрущакaми, вором-притворяшкой, их личинкaми) сход с сита с отверстиями диаметром 2,5 мм помещают на разборную доску, разравнивают тонким слоем, тщательно просматривают и разбирают вручную. Сход с сита с отверстиями диаметром 1,5 мм просматривают на белом стекле на предмет обнаружения долгоносиков, мукоедов и других мелких насекомых. Для обнаружения зараженности зерна клещами проход через сито с отверстием диаметром 1,5 мм анализируют на разборной доске с черным стеклом и при помощи лупы подсчитывают количество клещей. Степени зараженности клещами можно установить и при помощи прибора для оптического определения клещей.

Мертвых вредителей относят к сорной примеси и при определении зараженности не учитывают.

Развитие амбарных и рисовых долгоносиков проходит внутри зерна, поэтому наряду с явной зараженностью определяют скрытую. Для этого из среднего образца берут 50 целых зерен и раскалывают их скальпелем вдоль по бороздке. Расколотые зерна рассматривают под лупой. Зерна,

в которых обнаружены личинки, куколки или взрослые насекомые, подсчитывают и выражают в процентах к количеству взятых зерен.

Скрытую форму зараженности определяют также методом, основанным на окрашивании пробочек, которыми самка жука заделывает углубления в зерновке по месту кладки яиц. Для этого из среднего образца выделяют и взвешивают 15 г зерна, освобождают его от сорной и зерновой примесей, битых и поврежденных вредителями зерен и помещают на ситечко с мелкой сеткой. Для набухания пробочек ситечко с зерном прогревают в сосуде с водой, подогретой до 30° в течение 1 мин. Затем ситечко с зерном переносят на 20–30 с в чашку с 1%-ным раствором марганцовокислого калия. После этого зерно промывают в холодной чистой воде или растворе серной кислоты с перекисью водорода (на 100 мл 1%-ного раствора серной кислоты 1 мл 3%-ной перекиси водорода), погружая ситечко с зерном в сосуд с водой или с указанным раствором на 20–30 с. В растворе серной кислоты и перекиси водорода зерно приобретает свой нормальный цвет, а пробочки на зараженных зернах становятся более заметными, выделяясь черной окраской, выпуклостью и округлой формой.

После обработки зерна реактивами сразу приступают к подсчету поврежденных зерен. Для этого зерно высыпают на фильтровальную бумагу, отдельно откладывают зерна с черными точками (зараженные) и зерна здоровые. Скрытую зараженность долгоносиком пересчитывают на 1 кг зерна, для этого полученное при анализе навески в 15 г число скрыто зараженных зерен делят на 3 и умножают на 200.

**Определение натуры зерна.** Натура – это масса 1 л (1 дм<sup>3</sup>) зерна, выраженная в граммах. Натуру обычно определяют в литровой пурке с падающим грузом. Перед определением натуры зерно очищают от крупных примесей, просеивая его на сите с отверстиями диаметром 6 мм, и тщательно перемешивают. Для определения натуры зерна используют литровую пурку ПХ-1 (рис. 14) или пурку Несто (рис. 8). Снимающий нож вставляют в пурку, на нож помещают груз и заполняют пурку зерном. Затем быстро достают нож, груз и зерно падают в нижнюю часть пурки, нож вставляют обратно и высыпают лишнее зерно, оставшееся над ножом. Нож вынимают, зерно из пурки пересыпают в емкость и взвешивают на электронных весах. Натуру определяют по прилагаемой поправочной таблице.



Рис. 14. Пурка Несто

**Определение стекловидности зерна пшеницы.** По стекловидности зерна судят о строении и консистенции эндосперма. В зависимости от степени стекловидности зерно делят на стекловидное, частично стекловидное и мучнистое (рис. 15).



Рис. 15. Структура эндосперма зерна:  
1 – стекловидная; 2 – частично стекловидная; 3 – мучнистая

Из очищенного зерна выделяют без выбора 100 целых зерен. Каждое зерно разрезают поперек и в зависимости от консистенции среза относят его к той или иной группе по стекловидности. На поверхность сомнительных по стекловидности зерен наносят тонкий слой растительного или минерального масла. Через 10–15 с четко проявляются различия между стекловидной и мучнистой частями эндосперма.

Стекловидность также определяют на диафаноскопе, основной частью которого является кассета со 100 ячейками, расположенными в 10 рядов (рис. 16).

Ячейки заполняют зерном и помещают кассету в прибор. При включенной лампе просматривают зерна каждого ряда в проходящем свете. Стекловидные зерна полностью просвечиваются, полустекловидные – просвечиваются частично, а мучнистые – не просвечиваются совсем.

Стекловидность пшеницы характеризуется общей стекловидностью и выражается в процентах по отношению к 100 зернам. При вычислении процента общей стекловидности к количеству (проценту) полностью стекловидных зерен прибавляют половину количества (процентов) частично стекловидных:

$$O_c = P_c + \frac{Ч_c}{2},$$

где  $O_c$  – общая стекловидность;

$P_c$  – полностью стекловидные зерна;

$Ч_c$  – частично стекловидные зерна.



Рис. 16. Диафаноскоп:  
1 – ДСЗ-2М; 2 – «Янтарь»

При использовании электронного диафаноскопа «Янтарь» (рис. 10), в зависимости от алгоритма работы, зерна могут помещаться в кассету с ячейками (100 зерен) или без ячеек (произвольное количество).

Кассета помещается в диафаноскоп, в нижней части которого находится источник света, а в верхней – камера, передающая изображение на компьютер. В ручном режиме работы на экране компьютера необходимо выбрать зерна, относящиеся к стекловидным и мучнистым, общая стекловидность высчитывается программой. В автоматическом режиме (с использованием установленных калибровок) подсчет зерен и определение общей стекловидности полностью автоматизированы.

**Определение количества и качества сырой клейковины в зерне пшеницы.** Клейковина – это комплекс белковых веществ, остающихся после отмывания из теста большей части крахмала, отрубей, клетчатки, водорастворимых веществ. Она представляет собой плотную резиноподобную массу обычно светлого цвета. Название это обусловлено способностью белков пшеницы давать с водой клейкую, вязную и упругую массу.

Для определения количества и качества сырой клейковины из средней пробы зерна пшеницы берут навеску 50 г и выделяют из нее сорную примесь, размалывают зерно на лабораторной мельнице. Влажность зерна перед размолом должна быть не более 18 %. Крупность помола должна быть такой, чтобы при просеивании его через проволочное сито № 067 остаток на нем не превышал бы 2 %, а проход через капроновое или шелковое сито № 38 составлял бы не менее 40 %.

Из размолотого зерна (шрота) после тщательного перемешивания отбирают навеску не менее 25 г, помещают ее в фарфоровую чашку и заливают водопроводной водой (14 мл), имеющей температуру  $18 \pm 20$  °С. Пестиком или шпателем замешивают тесто до однородной консистенции. Полученное тесто проминают руками, скатывают в шарик и кладут на 20 мин в чашку, которую накрывают стеклом или химическим стаканом. Отлежка необходима для набухания белков, образующих клейковину. После отлежки отмывают клейковину под слабой струей воды над густым или капроновым ситом или в большой чашке, куда наливают не менее 2 л воды, при этом воду меняют несколько раз, сливая через густое сито для того, чтобы не потерять оторванные кусочки клейковины. Отмывку клейковины прекращают, когда стекающая при ее отмывке вода совершенно прозрачна, а в клейковине при растяжении не заметны частицы оболочек.

Отмытую клейковину отжимают между ладонями для удаления избытка влаги. Периодически ладони рук вытирают сухим полотенцем. Отжимание длится до тех пор, пока клейковина не станет слегка

прилипать к рукам. Отжатую клейковину скатывают в шарик и взвешивают с точностью до 0,01. После взвешивания клейковину снова промывают в течение 2–3 мин, отжимают и снова взвешивают. Разница между взвешиваниями не должна превышать 0,1 г, иначе промывку придется повторить. Полученное количество клейковины вычисляют в процентах к взятой навеске шрота.

Для механизированного отмывания клейковины в устройстве У1-МОК-1МТ (рис. 17) отбор и подготовку проб зерна, замес теста проводят так же, как и для ручного отмывания. После замеса теста его сразу же раскатывают в пластину толщиной 1,5–2,0 мм и помещают на 10 минут в емкость с водой. При отмывании шрота, полученного из зерна, поврежденного клопом-черепашкой, тесто, не раскатывая, помещают на 10 минут в закрытую емкость без воды и после этого на 2 минуты в воду.



Рис. 17 Определение качества зерна (приборы):  
1 – устройство для механизированного отмывания клейковины У-МОК-1МТ;  
2 – прибор ПЧП-3

После отлежки пластину извлекают из воды, сжимают рукой в комок и делят на 5–6 произвольных кусочков, которые закладывают в предварительно смоченную водой отмывочную камеру по кругу, не закрывая центральное отверстие. После этого опускают и закрепляют рабочий орган, закрывают отмывочную камеру, устанавливают параметры работы устройства для 1-го этапа отмывания (зазор, время, положение клапана

слива, расход воды) в соответствии с инструкцией по эксплуатации, запускают прибор, нажимают кнопку «Звук». После срабатывания звукового сигнала (окончание этапа), не выключая двигатель, устанавливают параметры следующего этапа и нажимают кнопку «Звук».

По окончании последнего этапа отмывания устройство останавливают нажатием кнопки «Стоп». Поворотом ручки «Вода» перекрывают доступ воды в камеру, ручку «Слив» устанавливают в положение 2 для стока воды, открывают камеру, поднимают верхнюю деку и рабочий орган и извлекают клейковину из камеры. Также собирают кусочки клейковины (при наличии) с сита сливного шланга. Отмытую клейковину также отжимают между сухими ладонями и взвешивают. Количество сырой клейковины выражают в процентах к массе навески муки (шрота).

Содержание сухой клейковины ( $M_{\text{сух. к}}$ ) рассчитывают по формуле

$$M_{\text{сух. к}} = M_{\text{сыр. к}} (100 - W_{\text{сыр. к}}) / 100,$$

где  $M_{\text{сыр. к}}$  – содержание сырой клейковины, %;

$W_{\text{сыр. к}}$  – массовая доля влаги клейковины, %.

Клейковина хорошего качества обладает связностью, растяжимостью и упругостью. Упругие свойства клейковины определяют на приборе ИДК (измеритель деформации клейковины). Для этой цели из отмытой и взвешенной клейковины отделяют навеску в 4 г, которую 3–4 раза обминают пальцами, формируют из нее шарик и помещают его на 15 мин в чашку с водой, температура которой  $18 \pm 2$  °С, после чего определяют упругие свойства клейковины.

Принцип работы прибора ИДК заключается в измерении способности клейковины сопротивляться деформирующей нагрузке (120 г) между двумя плоскостями в течение определенного времени (30 с). Для этого шарик клейковины помещают в центр столика прибора и подвергают воздействию деформирующей нагрузки свободно опускающегося груза, для чего нажимают кнопку «Пуск», при этом груз свободно опускается на клейковину. По истечении 30 с реле времени срабатывает, деформирующая нагрузка прекращается и на шкале прибора появляется определенное значение. Упругие свойства клейковины выражают в условных единицах шкалы прибора и в зависимости от этого клейковину относят к соответствующей группе качества (табл. 84).

**Таблица 84. Группы качества и характеристика клейковины**

| Показания прибора ИДК (индекс деформации клейковины) | Характеристика клейковины     | Группа качества |
|------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| 0–15                                                 | Неудовлетворительная, крепкая | 3               |
| 20–40                                                | Удовлетворительная, крепкая   | 2               |
| 45–75                                                | Хорошая                       | 1               |
| 80–100                                               | Удовлетворительная, слабая    | 2               |
| 105–120                                              | Неудовлетворительная, слабая  | 3               |

**Определение числа падения.** Сущность метода заключается в определении степени разжижения клейстеризованной водно-мучной суспензии под действием фермента  $\alpha$ -амилазы по времени свободного падения в ней шток-мешалки (вискозиметрического плунжера).

Из средней пробы муки отбирают не менее 300 г и просеивают через сито размером 0,8 мм. Навеску муки отбирают в зависимости от массовой доли влаги (табл. 85). Навеску муки помещают в пробирку и добавляют пипеткой дистиллированную воду объемом 25 см<sup>3</sup> температурой 20 °С. Пробирку закрывают резиновой пробкой и энергично встряхивают до получения однородной суспензии. Пробку вынимают, колесиком шток-мешалки снимают прилипшие частички муки со стенок в общую массу суспензии. Те же операции повторяются со второй пробиркой.

**Таблица 85. Масса навески муки для определения числа падения в зависимости от ее влажности**

| Влажность муки, % | Масса навески, г | Влажность муки, % | Масса навески, г |
|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| 9,0–9,1           | 6,40             | 13,7–14,3         | 6,90             |
| 9,2–9,6           | 6,45             | 14,4–14,6         | 6,95             |
| 9,7–10,1          | 6,50             | 14,7–15,3         | 7,00             |
| 10,2–10,6         | 6,55             | 15,4–15,6         | 7,05             |
| 10,7–11,3         | 6,60             | 15,7–16,1         | 7,10             |
| 11,4–11,6         | 6,65             | 16,2–16,6         | 7,15             |
| 11,7–12,3         | 6,70             | 16,7–17,1         | 7,20             |
| 12,4–12,6         | 6,75             | 17,2–17,4         | 7,25             |
| 12,7–13,3         | 6,80             | 17,5–18,1         | 7,30             |
| 13,4–13,6         | 6,85             |                   |                  |

Определение числа падения проводят на приборе ПЧП-3 (рис. 13). На блоке механического привода прибора установлена водяная баня, на

крышке которой смонтированы гнезда для установки кассеты с пробирками. В центре прижимного устройства имеется выступ, внутри которого смонтированы датчики для фиксации момента достижения шток-мешалкой своего нижнего положения. Вверху, над баней, располагается коромысло с двумя захватами. Коромысло по командам блока управления может осуществлять колебательные движения вверх-вниз. Электроприводы коромысла и прижимного устройства смонтированы на задней стороне вертикальной панели под кожухом. Водяную баню заполняют дистиллированной водой через отверстие для пробирок. Уровень воды должен достигать верхнего края сливной трубки. Две чистые и сухие пробирки устанавливают в подставку с кассетой. Прибор включается в сеть. Каждую пробирку с вставленной в нее шток-мешалкой помещают в отверстие на крышке водяной бани, закрепив ее держателем так, чтобы фотоэлемент прибора находился против шток-мешалки. Нажимается кнопка «Пуск». Одновременно включается счетчик времени. По времени свободного падения шток-мешалки через водно-мучную клейстеризованную суспензию до полной ее остановки в секундах устанавливают число падения.

**Отбор проб свежего продовольственного картофеля.** Качество свежего продовольственного картофеля определяют по объединенной пробе, которая формируется из точечных проб. Точечные пробы отбирают от каждой партии картофеля.

От партии неупакованного в тару картофеля число точечных проб должно быть отобрано при погрузке или выгрузке в соответствии с табл. 86.

**Таблица 86. Число точечных проб  
в зависимости от массы партии**

| Масса партии, т        | Число точечных проб, шт. |
|------------------------|--------------------------|
| До 10 включ.           | 6                        |
| Свыше 10 до 20 включ.  | 15                       |
| Свыше 20 до 40 включ.  | 21                       |
| Свыше 40 до 70 включ.  | 24                       |
| Свыше 70 до 150 включ. | 30                       |

От партии картофеля массой свыше 150 т на каждые полные и неполные 50 т дополнительно отбирают 6 точечных проб.

Отбор точечных проб производят из разных слоев насыпи картофеля по высоте (верхнего, среднего и нижнего) через равные расстояния по ширине и длине.

Масса каждой точечной пробы должна быть не менее 3 кг. Все точечные пробы должны быть примерно одной массы.

От партии картофеля, упакованного в мешки или ящики, отбирают выборку в соответствии с табл. 87.

**Таблица 87. Количество единиц в выборке  
в зависимости от количества единиц в партии**

| Количество упаковочных единиц<br>картофеля в партии, шт. | Количество упаковочных единиц<br>в выборке, шт. |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| До 20 включ.                                             | 3                                               |
| Свыше 20 до 50 включ.                                    | 6                                               |
| Свыше 50 до 100 включ.                                   | 9                                               |
| Свыше 100 до 150 включ.                                  | 12                                              |

От партии упакованного картофеля свыше 150 упаковочных единиц на каждые последующие полные или неполные 50 упаковочных единиц отбирают по одной упаковочной единице.

От партии картофеля, упакованного в ящичные поддоны (контейнеры), отбирают выборку в соответствии с табл. 88.

**Таблица 88. Количество контейнеров в выборке  
в зависимости от количества контейнеров в партии**

| Количество контейнеров<br>в партии, шт. | Количество отбираемых в выборку<br>контейнеров, шт.                          |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| До 10 включ.                            | 2                                                                            |
| Свыше 10 до 20 включ.                   | 3                                                                            |
| Свыше 20 до 50 включ.                   | 5                                                                            |
| Свыше 50 включ.                         | 5 и дополнительно на каждые полные и неполные 25 контейнеров по 1 контейнеру |

Картофель из мешков, ящиков или ящичных поддонов (контейнеров) высыпают на чистую площадку или брезент и из образовавшейся насыпи из разных слоев (сверху, из середины, снизу) отбирают точечные пробы. Число точечных проб должно соответствовать количеству отобранных в выборку мешков, ящиков или утроенному количеству ящичных поддонов (контейнеров). Из точечных проб составляют объединенную пробу.

**Оценка качества свежего продовольственного картофеля.** Определение качества картофеля проводится на основании анализа объединенной пробы, сформированной из точечных проб (ГОСТ 7194-81).

Объединенную пробу взвешивают и определяют содержание органической и минеральной примесей. Для этого клубни объединенной пробы перекладывают на чистую площадку или брезент. Оставшуюся свободную землю и примесь собирают отдельно и взвешивают. Вычисляют процент содержания свободной земли и примеси от массы объединенной пробы.

В дальнейшем определяют загрязненность, т. е. содержание земли, прилипшей к клубням. Из разных мест объединенной пробы отбирают не менее 5 кг клубней, взвешивают и отмывают их. Чистые клубни выкладывают на противень с решетчатым или сетчатым дном на 2–3 мин для стока воды, протирают ветошью и взвешивают. За результат определения принимают содержание земли, прилипшей к клубням, вычисленное в процентах от отобранной массы клубней (5 кг).

После выгрузки картофеля оставшуюся в транспортном средстве или хранилище землю и примесь собирают отдельно и взвешивают. За результат определения принимают содержание земли и примеси, вычисленное в процентах от массы всей партии (в том случае, если они входят в общую массу партии).

За конечный результат определения наличия земли и примеси принимают сумму результатов определений свободной земли и примеси; земли, прилипшей к клубням; земли и примеси, оставшихся в транспортном средстве или хранилище после выгрузки картофеля.

Далее определяют размер клубней по наибольшему поперечному диаметру и сортируют с учетом этого на фракции: 1) стандартные по размеру; 2) нестандартные; 3) размером, не соответствующим установленным и допускаемым стандартом нормам. Клубни картофеля каждой фракции взвешивают и вычисляют наличие их в процентах от массы объединенной пробы.

Клубни первых двух фракций (стандартные и не стандартные по размеру) осматривают и распределяют на здоровые, т. е. без видимых повреждений и болезней, и клубни с повреждениями и болезнями, причем по каждому их виду в отдельности (согласно ГОСТ 7176-2017). Для определения наличия клубней картофеля, пораженных скрытыми формами болезней (фитофтороз, железистая пятнистость), разрезают 50 клубней и осматривают мякоть на разрезе. При обнаружении хотя бы одной из указанных болезней дополнительно разрезают клубни в

количестве не менее 10 % от веса объединенной пробы. При наличии на одном клубне нескольких видов болезней или повреждений учитывают одно наиболее существенное. Клубни взвешивают отдельно по каждому виду повреждений или болезни и вычисляют процент их содержания от массы анализируемой пробы. Данные вносят в табл. 89.

**Т а б л и ц а 89. Качество продовольственного картофеля**

| Показатели качества                                                                                                                                                                                                                       | Нормы стандарта | Результаты анализа |   | Распределение по группам качества, % |               |        |                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------|---|--------------------------------------|---------------|--------|-----------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                           |                 | кг                 | % | стандартные                          | нестандартные | отходы | земля и примесь сверх 100 % |
| Массовая доля клубней с механическими повреждениями глубиной более 4 мм и длиной более 10 мм; повреждения вредителями, %, не более                                                                                                        |                 |                    |   |                                      |               |        |                             |
| Массовая доля клубней с израстаниями, наростами, позеленевших на площади более 2 см <sup>2</sup> , но не более 1/4 поверхности клубня, в совокупности, %, не более                                                                        |                 |                    |   |                                      |               |        |                             |
| Массовая доля клубней, пораженных паршой при поражении более 1/4 поверхности клубня, %, не более                                                                                                                                          |                 |                    |   |                                      |               |        |                             |
| Массовая доля посторонней примеси, %, не более                                                                                                                                                                                            |                 |                    |   |                                      |               |        |                             |
| В том числе земли, прилипшей к клубням                                                                                                                                                                                                    |                 |                    |   |                                      |               |        |                             |
| Наличие клубней, позеленевших на площади более 1/4 поверхности, поврежденных грызунами, подмороженных, запаренных, с признаками удушья, раздавленных, частей клубня, пораженных мокрой, сухой, кольцевой, пуговичной гнилями и фитофторой |                 |                    |   |                                      |               |        |                             |
| Массовая доля клубней, не соответствующих требованиям, %, не более                                                                                                                                                                        |                 |                    |   |                                      |               |        |                             |

|                                                                                |   |   |   |   |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|--|--|--|
| В том числе: серые, синие или черные пятна под кожурой, глубиной не более 5 мм |   |   |   |   |  |  |  |
| пораженные ржавой (железистой) пятнистостью                                    |   |   |   |   |  |  |  |
| Сортовая чистота, %                                                            |   |   |   |   |  |  |  |
| Итого...                                                                       | — | — | — | — |  |  |  |

**Отбор проб свежей столовой свеклы.** От партии свеклы, упакованной в мешки или ящики, отбирают выборку:

- до 100 упаковочных единиц включительно – не менее 3 упаковочных единиц в выборку;
- свыше 100 упаковочных единиц – дополнительно по 1 упаковочной единице на каждые полные и неполные 100 упаковочных единиц.

Из ящиков или мешков, отобранных в выборку из разных слоев (сверху, из середины, снизу), отбирают точечные пробы общей массой не менее 15 % от массы свеклы в выборке.

От партии свеклы, упакованной в контейнеры, отбирают выборку в соответствии с табл. 90.

**Т а б л и ц а 90. Количество контейнеров в выборке**

| Количество контейнеров в партии, шт. | Количество отбираемых в выборку контейнеров, шт.                             |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| До 10 включ.                         | 2                                                                            |
| От 11 до 20 включ.                   | 3                                                                            |
| От 21 до 50 включ.                   | 5                                                                            |
| Свыше 50 включ.                      | 5 и дополнительно на каждые полные и неполные 50 контейнеров по 1 контейнеру |

От каждого отобранного в выборку контейнера из разных слоев (сверху, из середины, снизу) отбирают не менее трехточечных проб, освобождая их вручную или используя контейнероопрокидыватель.

От партии неупакованной продукции точечные пробы отбирают при погрузке или выгрузке из разных слоев насыпи (сверху, из середины, снизу) в соответствии с табл. 91.

Масса каждой точечной пробы должна быть не менее 5 кг. Точечные пробы должны быть примерно равными по массе.

**Оценка качества свежей столовой свеклы.** Объединенную пробу взвешивают. Затем определяют содержание свободной земли и

примеси. Для этого корнеплоды перекладывают на чистую площадку, а оставшуюся землю и примесь взвешивают. За результат определения принимают процентное содержание земли и примеси от массы объединенной пробы.

**Т а б л и ц а 91. Количество точечных проб в зависимости от массы партии**

| Масса партии, кг          | Число точечных проб, шт.                                                       |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| До 200 включ.             | 2                                                                              |
| Свыше 200 до 500 включ.   | 4                                                                              |
| Свыше 500 до 1000 включ.  | 6                                                                              |
| Свыше 1000 до 5000 включ. | 12                                                                             |
| Свыше 5000 включ.         | 12 и дополнительно на каждые полные и неполные 1000 кг по одной точечной пробе |

Из объединенной пробы из разных мест отбирают и взвешивают не менее 5 кг корнеплодов для определения прилипшей земли. Отобранную пробу помещают в емкость с водой и отмывают (допускается удалять землю, прилипшую к корнеплодам, вручную ветошью). Чистые корнеплоды выкладывают на противень с решетчатым или сетчатым дном на 2–3 мин для стока воды и взвешивают. Для вычисления массы чистых корнеплодов из определенной массы отмытых корнеплодов вычитают массу оставшейся на поверхности воды, условно принятую за 1 % от массы отмытых корнеплодов. За результат определения принимают содержание земли, прилипшей к корнеплодам, вычисленное в процентах от отобранной массы корнеплодов. Содержание прилипшей к корнеплодам земли можно определить на весах Парова в соответствии с инструкцией. За результат определения наличия земли и примеси принимают сумму результатов определения свободной земли и примеси и прилипшей земли.

После определения содержания земли и примеси измеряют наибольший поперечный диаметр корнеплодов и раскладывают их на фракции по размеру:

- 1) стандартные – корнеплоды размером от 5 до 14 см;
- 2) нестандартные – корнеплоды размером от 4 до 5 и от 14 до 15 см;
- 3) отходы – корнеплоды, не соответствующие нормам и допускам по размеру – менее 4 и более 15 см.

Каждую фракцию взвешивают и выражают в процентах к массе объединенной пробы без земли и примеси.

Стандартные и не стандартные по размеру корнеплоды осматривают и раскладывают на фракции по качеству:

1) *стандартные* – свежие, целые, здоровые, чистые, без повреждений сельскохозяйственными вредителями, без излишней внешней влажности, нетреснувшие, типичной для ботанического сорта формы и окраски, с длиной оставшихся черешков не более 2 см или без них;

2) *нестандартные по внешнему виду* – с механическими повреждениями на глубину более 0,3 см, с зарубцевавшимися трещинами, порезами головок, легким увяданием;

3) *отходы* – увядшие, с признаками морщинистости, загнившие, запаренные, подмороженные, с длиной оставшихся черешков более 2 см.

Каждую фракцию взвешивают и выражают в процентах к массе стандартных и не стандартных по размеру корнеплодов.

Затем суммируют процентное содержание нестандартных корнеплодов по размеру и качеству. За результат определения нестандартных корнеплодов по размеру и качеству принимают полученную сумму за вычетом 5 %, допускаемых стандартом.

Содержание корнеплодов со светлыми кольцами определяют на разрезе 10 % корнеплодов от массы объединенной пробы. Полученные результаты вносят в табл. 92.

**Отбор проб льнотресты.** При приемке льнотресты в рулонах от партии массой до 5 т отбирают один рулон, а от 5 т и более – два любых рулона и из них формируют одну или две пробы (два снопа).

Инструментальная оценка каждой партии требует много времени, при приемке пользуются органолептической оценкой, осуществляемой путем сличения сырья со стандартными образцами или эталонами. Инструментальные методы применяются при проверке ежегодно составляемых стандартных образцов, для испытания спорных партий тресты, а также в целях самоконтроля при заготовках сырья.

Для проведения инструментальной оценки каждый сноп пробы освобождают от пояска, развертывают в пласт шириной 60–70 см и из его середины на всю глубину пласта отбирают, не допуская спутывания стеблей, по одной горсти льнотресты массой не менее 200 г для определения внешнего вида, выхода длинного трепаного волокна, цвета и засоренности и не менее 20 г – для определения влажности.

Отбор горстей из рулонов производят во время разматывания из ленты льнотресты с транспортера. Первую горсть отбирают от второго слоя ленты в рулоне, последующие восемь горстей – по мере разматывания рулона через равные промежутки времени (примерная продолжительность разматывания одного рулона – 10–12 мин), десятую горсть – от сердцевины рулона.

Таблица 92. Результаты анализа

| Фракции                                                        | Допуски<br>стан-<br>дарта, % | Фактическое<br>содержание |   | Распределение по группам каче-<br>ства, % |                    |             |                    |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------|---|-------------------------------------------|--------------------|-------------|--------------------|
|                                                                |                              | кг                        | % | стандарт-<br>ные                          | нестан-<br>дартные | от-<br>ходы | земля и<br>примесь |
| Стандартные по размеру<br>корнеплоды                           |                              |                           |   |                                           |                    |             |                    |
| Нестандартные по раз-<br>меру корнеплоды                       | –                            |                           |   | –                                         | –                  | –           |                    |
| Отходы по размеру                                              |                              |                           |   |                                           |                    |             |                    |
| Стандартные по качеству                                        |                              |                           |   |                                           |                    |             |                    |
| Нестандартные по каче-<br>ству и размеру (в сово-<br>купности) |                              | –                         |   |                                           |                    |             |                    |
| Нестандартные по внут-<br>реннему строению                     |                              |                           |   |                                           |                    |             |                    |
| Отходы по качеству                                             |                              |                           |   |                                           |                    |             |                    |
| Содержание земли и при-<br>меси                                |                              |                           |   |                                           |                    |             |                    |
| Итого...                                                       | –                            | –                         | – | –                                         |                    |             |                    |

Горсти, отобранные для определения внешнего вида, выхода длинного трепаного волокна, цвета и засоренности, кладут друг на друга (крест-накрест), связывают их вместе, а горсти льнотресты для определения влажности объединяют в одну общую горсть, складывая их сразу при отборе в полиэтиленовый пакет. К пакетам прикрепляют этикетки с указанием даты отбора и наименования хозяйства, селекционного сорта, номера по органолептической оценке и направляют в лабораторию, где определяют инструментально ряд показателей качества и устанавливают комплексный показатель качества – номерность.

**Оценка качества льнотресты.** Льяную тресту в зависимости от количества процентономеров с поправками, вычисленными по результатам определения выхода и цвета длинного трепаного льноволокна,

подразделяют на 11 номеров качества: 0,50; 0,75; 1,00; 1,25; 1,50; 1,75; 2,00; 2,50; 3,00; 3,50; 4,00.

Группа цвета устанавливается согласно характеристике цвета волокна в стандартных образцах: I – бурое, бурое с зеленым, зеленое; II – желтое, темно-серое, темно-серое с зеленым оттенком, темно-серое с желтым оттенком; III – серое, серое с зеленым оттенком, серое с желтым оттенком; IV – светло-серое.

Для установления номерности льнотресты находят средний выход длинного трепаного волокна. Для этого отобранные горсти льнотресты взвешивают, затем обрабатывают поочередно по две горсти на мяльно-трепальном станке СМТ-200М или лабораторной мялке ЛМ-3.

Из полученного длинного волокна удаляют сорняки, затем волокно каждой горсти три раза встряхивают для удаления насыпной костры.

Полученное после обработки каждых десяти горстей льнотресты длинное волокно взвешивают. Выход длинного волокна (В) выражают в процентах и вычисляют по формуле:

$$B = \frac{m_1 \cdot 100}{m_2},$$

где  $m_1$  – масса волокна, г;

$m_2$  – масса десяти горстей тресты при фактической засоренности, г.

При засоренности льнотресты более 5 % выход длинного волокна ( $B_1$ ) выражают в процентах и вычисляют по формуле:

$$B_1 = \frac{m_1 \cdot 100}{m_2 \cdot K},$$

где  $K$  – коэффициент 0,9895; 0,9789; 0,9684; 0,9579; 0,9474 при засоренности льнотресты от 6 до 10 % соответственно.

Каждую горсть волокна, полученную после обработки льнотресты, сличают со стандартными образцами и относят к соответствующей группе цвета. Количество горстей волокна, соответствующих определенной группе цвета, умножают на порядковый номер этой группы. Показатель цвета вычисляют путем деления суммы произведений, полученных по десяти горстям, на 10.

Для вычисления номера льнотресты подсчитывают по каждому десяти горстям число процентонумеров длинного трепаного волокна,

умножая выход волокна на 10. Затем определяют поправку по цвету волокна (табл. 93).

**Таблица 93. Определение поправки по цвету волокна**

| Показатель<br>цвета во-<br>локна |     | Число процентнономеров |            |             |             |             |             |             |             |             |               |
|----------------------------------|-----|------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
|                                  |     | 50–80                  | 81–<br>110 | 111–<br>140 | 141–<br>170 | 171–<br>200 | 201–<br>230 | 231–<br>260 | 261–<br>290 | 291–<br>305 | 306 и<br>выше |
| 1,0                              | 4,0 | 17                     | 22         | 29          | 38          | 46          | 54          | 60          | 68          | 72          | 76            |
| 1,1                              |     | 16                     | 21         | 27          | 36          | 44          | 51          | 57          | 64          | 68          | 72            |
| 1,2                              | 3,9 | 15                     | 20         | 25          | 34          | 41          | 47          | 54          | 61          | 66          | 69            |
| 1,3                              |     | 14                     | 19         | 23          | 32          | 39          | 45          | 51          | 58          | 62          | 66            |
| 1,4                              | 3,8 | 13                     | 18         | 22          | 30          | 37          | 42          | 49          | 56          | 60          | 64            |
| 1,5                              |     | 12                     | 17         | 21          | 28          | 35          | 40          | 46          | 54          | 58          | 62            |
| 1,6                              | 3,7 | 10                     | 14         | 18          | 24          | 30          | 34          | 38          | 42          | 44          | 46            |
| 1,7                              |     | 9                      | 12         | 17          | 22          | 28          | 32          | 35          | 38          | 40          | 42            |
| 1,8                              | 3,6 | 8                      | 11         | 15          | 20          | 24          | 28          | 31          | 34          | 36          | 38            |
| 1,9                              |     | 7                      | 10         | 13          | 17          | 20          | 24          | 27          | 30          | 32          | 34            |
| 2,0                              | 3,5 | 7                      | 8          | 11          | 14          | 16          | 20          | 22          | 26          | 28          | 30            |
| 2,1                              |     | 6                      | 7          | 9           | 12          | 14          | 17          | 19          | 22          | 24          | 26            |
| 2,2                              | 3,4 | 5                      | 6          | 7           | 10          | 11          | 13          | 16          | 19          | 21          | 23            |
| 2,3                              |     | 4                      | 5          | 5           | 8           | 9           | 11          | 13          | 16          | 18          | 20            |
| 2,4                              | 3,3 | 3                      | 4          | 4           | 6           | 7           | 8           | 11          | 14          | 16          | 18            |
| 2,5                              |     | 2                      | 3          | 3           | 4           | 5           | 6           | 8           | 12          | 14          | 16            |
| 2,6                              | 3,2 | 1                      | 2          | 2           | 3           | 4           | 5           | 7           | 11          | 13          | 14            |
| 2,7                              |     | 0                      | 1          | 1           | 2           | 3           | 4           | 6           | 10          | 11          | 12            |
| 2,8                              | 3,1 | 0                      | 0          | 0           | 1           | 2           | 3           | 5           | 9           | 10          | 11            |
| 2,9                              |     | 0                      | 0          | 0           | 0           | 1           | 2           | 4           | 8           | 9           | 10            |
| 3,0                              |     | 0                      | 0          | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0             |

При показателе цвета длинного трепаного волокна менее 3 поправку вычитают, а при показателе цвета волокна более 3 – прибавляют к числу процентнономеров. По числу процентнономеров с учетом поправки по цвету определяют номер льнотресты в соответствии с табл. 94.

**Таблица 94. Определение номера льнотресты**

| Число процентнономеров с поправкой по цвету волокна | Номер льнотресты |
|-----------------------------------------------------|------------------|
| 40–90                                               | 0,50             |
| 91–120                                              | 0,75             |
| 121–150                                             | 1,00             |
| 151–165                                             | 1,25             |
| 166–180                                             | 1,50             |
| 181–200                                             | 1,75             |

|            |      |
|------------|------|
| 201–230    | 2,00 |
| 231–290    | 2,50 |
| 291–320    | 3,00 |
| 321–350    | 3,50 |
| 351 и выше | 4,00 |

### 9.3. Методика специализированной оценки сортов картофеля

**Определение устойчивости клубней к механическим повреждениям.** *Оценка клубней в лабораторных условиях.* Отбирают пробу клубней как минимум из 10 кустов в количестве не менее 50 штук. В пробу не включаются клубни неправильной формы, озелененные, пораженные болезнями, а также массой менее 30 г. Ударные нагрузки на испытываемые клубни наносят в день их уборки на приборе динамической прочности (ПДП). После нанесения удара бойком место контакта его с клубнем обводится химическим карандашом. Затем испытываемые клубни закладываются на десятидневное хранение при комнатной температуре. По истечению этого срока исследуют степень потемнения, для чего от клубней отсекают сегмент с пятном контакта с бойком толщиной 0,5-1 см и разрезают его на дольки толщиной 2-3 мм.

По данным анализа вычисляют процент клубней без потемнения и с потемнением мякоти (на глубину до 3 мм и более), а также средний балл по потемнению мякоти клубней в образцах, применяя следующую шкалу оценки:

9 баллов – высокая устойчивость (потемнение отсутствует);

5 баллов – средняя устойчивость (потемнение до 3 мм);

3 балла – низкая устойчивость (потемнение более 3 мм).

*Оценка с использованием комбайнового теста.* Оценка проводится в полевых условиях с использованием комбайна или картофелекопателя КСТ–1,4, который по повреждаемости клубней приближается к комбайновой уборке. Для характеристики повреждаемости клубней используется ОСТ 70.8.5-74. За 3-5 дней до уборки ботву скашивают. Для оценки отбирают минимум четыре пробы по 100 клубней в каждом. Больные и весящие менее 30 г клубни из анализа исключают. Отобранные пробы снабжают этикетками при их отборе непосредственно в поле или в хранилище.

В день уборки учитывают внешние повреждения: обдир кожуры до ¼ поверхности клубня; от ¼ до ½ и более ½ поверхности; вырывы мякоти глубиной более 5 мм; трещины более 20 мм, разрезы и надрезы и раздавленные клубни. Данные учета записывают в журнал. Затем клубни (с внешними

повреждениями и без них) в течение 10-20 дней хранятся при температуре 16-18 °С, после чего разрезаются перпендикулярно продольной оси на дольки толщиной 2-3 см. Дольки просматривают и отмечают потемнение мякоти: без потемнения – 9 баллов, потемнение на глубине 3 мм – 7, от 3,0 до 4,9 – 5 баллов, от 5,0 до 7,0 – 3 балла и более 7 мм – 1 балл. Если на клубне находят несколько однотипных повреждений, то учитывается каждый из них. По результатам учета вычисляют процент поврежденных клубней, в том числе по видам механических повреждений. Содержание клубней с механическими повреждениями оценивается в соответствии с балльной шкалой (табл. 95):

**Таблица 95. Оценка устойчивости клубней к механическим повреждениям**

| Содержание клубней с механическими повреждениями, % к массе | до 5           | 5-10     | 10-20                 | 20-30          | более 30    |
|-------------------------------------------------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-------------|
| Балл оценки                                                 | 9              | 8        | 7                     | 6              | 5           |
| Степень устойчивости                                        | очень устойчив | устойчив | относительно устойчив | слабо-устойчив | не устойчив |

Характеристика сортов проводится в сравнении между собой и с соответствующими стандартами в группе спелости. Поскольку устойчивость клубней к механическим воздействиям является сортовым признаком и изменяется под влиянием условий выращивания, исследования следует проводить в течение двух- трех лет.

**Определение периода физиологического покоя клубней.** Период физиологического покоя клубней – отсутствие прорастания физиологически зрелых клубней в благоприятных условиях. Признак сортоспецифичный и выражается суммой положительных температур, необходимых сорту для прорастания. Клубни, выращенные в засушливых условиях, отличаются более коротким периодом покоя. Для определения данного параметра физиологически зрелые клубни после уборки помещают в темное помещение при температуре 18-20 °С и относительной влажности воздуха 90-95%. Объем выборки для оценки данного показателя – 40 клубней. Период покоя отдельного клубня считается законченным, если на нем появился хотя бы один росток длиной 1,5 мм. Для оценки образца используют среднее значение признака по всей выборке. Единица измерения – сутки.

**Определение лежкоспособности.** Учетные образцы картофеля, взвешивают и закладывают в синтетические сетки. Емкость сеток должна быть не менее 5 кг. Повторность заложения сеток – 4-кратная. При хранении в контейнерах образцы принято закладывать конвертом, т.е. в пяти местах по поперечному разрезу контейнера.

Качество и количество сохранившегося картофеля устанавливают на основании анализа учетных образцов, заложенных с осени. Количественные потери определяются по показателям выхода полноценных клубней и потерь при хранении, которые составляют сумму естественной убыли и абсолютного отхода.

Разбор учетного образца проводится в следующем порядке:

1. Убыль в массе (естественная убыль). Разница в массе между осенним и весенним определениями образца выражается в процентах к первоначальному весу образца (осенью). Она является результатом физиологических процессов, происходящих в клубнях под воздействием внешних условий.

2. Абсолютный отход (всего потерь). Процент абсолютного отхода рассчитывается путем отношения веса непригодных к употреблению клубней к весу образца, заложенного на хранение.

3. Ростки. Характеризуют степень выхода клубней из состояния покоя. Определяются путем их обламывания с последующим взвешиванием и расчетом процентного соотношения в образце после периода хранения.

4. Количество заболевших клубней. При разборе образца клубни, пораженные болезнями, отбираются и взвешиваются. После этого клубни разбираются по видам болезней и взвешиваются отдельно. Таким образом, путем расчетов отношения их веса к весу заложенного на хранение образца определяют процент заболевших клубней за период хранения (табл. 96, 97).

Таблица 96. Шкала оценки лежкоспособности клубней картофеля, %

| Балл | Естественная убыль | Ростки, гниль, загнившие, (отдельно каждый) | Всего потерь |
|------|--------------------|---------------------------------------------|--------------|
| 1    | ≥5,9               | ≥3,6                                        | ≥17,1        |
| 2    | 5,5-5,8            | 3,1-3,5                                     | 15,1-17,0    |
| 3    | 5,1-5,4            | 2,6-3,0                                     | 13,1-15,0    |
| 4    | 4,7-5,0            | 2,1-2,5                                     | 11,1-13,0    |
| 5    | 4,3-4,6            | 1,6-2,0                                     | 9,1-11,0     |
| 6    | 3,9-4,2            | 1,1-1,5                                     | 7,1-9,0      |
| 7    | 3,5-3,8            | 0,6-1,0                                     | 5,1-7,0      |
| 8    | 3,1-3,4            | 0,1-0,5                                     | 3,1-5,0      |
| 9    | ≤3,0               | 0                                           | ≤3,0         |

Таблица 97. Степень лежкоспособности в зависимости от балла

| Балл    | Степень лежкоспособности |
|---------|--------------------------|
| 1,0-2,0 | Очень плохая             |
| 2,1-4,0 | Плохая                   |
| 4,1-6,0 | Удовлетворительная       |
| 6,1-8,0 | Хорошая                  |
| 8,1-9,0 | Отличная                 |

**Оценка столовых качеств клубней.** Оценка столовых качеств клубней проводят по следующим показателям (шкала, в баллах):

**Консистенция мякоти клубня** определяется вилок:

7 - мягкая (нежная);

5 - умеренно плотная;

3 – плотная;

1 - волокнистая (в особенности у столонного следа).

**Мучнистость клубня** определяется органолептически и визуально:

9 - очень мучнистая, зернистая, иногда с блеском;

7 - очень мучнистая, мелкозернистая;

5 - умеренно мучнистая;

3 - слабо мучнистая;

1 - не мучнистая.

**Водянистость клубня:**

1 - очень водянистая;

3 – водянистая;

5 - умеренно водянистая;

7 - слабо водянистая;

9 - не водянистая.

**Запах клубня** определяется при разрезе горячего клубня непосредственно после окончания варки:

1 - очень неприятный, резкий;

3 - неприятный;

5 - удовлетворительный;

7 - приятный;

9 - очень приятный.

**Вкус клубня.** Дегустация проводится после окончания варки в горячей виде. Каждый дегустатор делает оценку по нескольким клубням, для чего весь образец делится на несколько проб по числу дегустаторов. Вкус оценивается как:

- 1 - плохой (неприятный, горьковатый);
- 3 - невкусный, пресный;
- 5 - удовлетворительный;
- 7 - хороший;
- 9 - отличный.

**Разваримость клубня** определяется как:

- 1 – не разваривается;
- 3 – слабо разваривается;
- 5 - средне разваривается;
- 7 - сильно разваривается;
- 9 – очень сильно разваривается.

**Потемнение сырой и вареной мякоти** определяется в баллах по скорости и степени: вареного картофеля - через 20 минут и 2 часа, сырого – через 24 часа:

- 1 - темнеет очень сильно;
- 3 - темнеет сильно по всей поверхности;
- 5 - темнеет умеренно;
- 7 - темнеет слабо;
- 9 - не темнеет.

**Определение содержания крахмала в клубнях.** *Определение содержания крахмала по удельному весу.* Содержание крахмала в клубнях связано с их удельным весом. Чем больше удельный вес, тем выше содержание крахмала. Удельный вес малых партий до 5 кг определяют взвешиванием их в воздухе и воде на гастрономических весах и рассчитывают по формуле:

$$y = a / (a - б),$$

где: у – удельный вес

а – вес картофеля в воздухе, г

б – вес картофеля в воде, г

Содержание крахмала рассчитывают по формуле:  $264 \times б / (а - б)$

Содержание сухих веществ рассчитывают по формуле:  $278 \times б / а$

*Определение содержания крахмала на крахмальных весах.* Перед работой на весах в бак наливают воду до отмеченного уровня. Температура воды должна быть 17 °С, при отклонении температуры в показатель крахмалистости вносят поправку (табл. 98).

Для анализа отбираются клубни здоровые, не поврежденные, не позеленевшие. Проба отмывается, взвешивается 1 кг (+/- 5 г) клубней, которые помещаются в корзину. Корзина опускается в бак с водой и

подвешивается на сергу крахмальных весов (рис. 24). Для получения объективных результатов измерение проводится в 3-4-кратной повторности.

**Таблица 98. Поправка на температуру воды при определении содержания крахмала**

| Температура воды, °С | Поправка, % | Температура воды, °С | Поправка, % | Температура воды, °С | Поправка, % |
|----------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|
| 7                    | +0,27       | 13                   | +0,15       | 18                   | -0,02       |
| 8                    | +0,26       | 14                   | +0,12       | 19                   | -0,08       |
| 9                    | +0,25       | 15                   | +0,09       | 20                   | -0,08       |
| 10                   | +0,23       | 16                   | +0,06       | 21                   | -0,12       |
| 11                   | +0,20       | 17                   | +0,02       |                      |             |
| 12                   | +0,17       |                      |             |                      |             |

**Определение содержания сухих веществ в клубнях.** Метод основан на способности навески, помещенной в сушильный шкаф, отдавать влагу, сохраняя устойчиво постоянную конечную массу. Доля сухого вещества при этом определяется по разности массы до и после высушивания.

Для анализа из средней пробы берут 10-15 клубней картофеля. Клубни, отмытые и просушенные на воздухе, разрезают вдоль осевой линии на две или более частей. Из каждой части отбирают сегменты для анализа так, чтобы они отображали все зоны анализируемого клубня. Затем отобранные части измельчают ножом на кубики, перемешивают шпателем и отбирают навеску в чисто вымытый бюкс, доведенный в сушильном шкафу при температуре 100-105°С до постоянной массы. Для предварительной сушки материала бюкс со снятой крышкой помещают в сушильный шкаф с хорошей вентиляцией и выдерживают в нем при температуре 50-60°С около четырех часов (до тех пор, пока вещество в бюксе не станет хрупким). После этого навеску сушат три-четыре часа при температуре 100-105°С, охлаждают в эксикаторе и взвешивают до тех пор, пока разница между двумя последними взвешиваниями не станет меньше 0,002 г.

Вычисление результатов проводят по формуле:

$$X = (a - б) \times 100 : a,$$

где X – содержание сухого вещества, %;

a – масса первоначальной навески, г;

б – масса навески после высушивания, г.

Содержание сухого вещества определяют как минимум в двух повторениях, разница в результатах не должна превышать 0,3%.

## 10. МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ.

**Методика анализа структуры урожая полевых культур.** Перед уборкой зерновых культур, в фазе восковой и полной, спелости зерна (влажность 20-28%), в фазе технической спелости семян льна-долгунца, убираемого на волокно и в полную спелость семенников льна, технической спелости семян рапса, картофеля, сахарной свеклы и других культур отбираются пробы растений для анализа структуры урожайности не менее, чем в четырехкратной повторности из каждого варианта посевов (новые сорта, новые варианты агротехники: обработка почвы, сроки, способы, нормы и глубина посева, приемы и дозы внесения удобрений, защиты растений, сроки и способы уборки, изучение новой техники и многих других приемов интересующих агрономическую службу хозяйства).

**Зерновые и зернобобовые культуры.** В четырех местах (повторениях) по диагонали поля или одного варианта, расположенного в одном массиве и характеризующегося выравненным однородным стеблестоем (при различной густоте стеблестоя выделяют и группируют их в самостоятельные варианты) отбирают снопы для анализа структуры урожайности. Для этого накладывают рамки размером 0,25 м<sup>2</sup> или 0,5 м<sup>2</sup> (50 x 50 см, 50 x 100 см). Почву вокруг рамки разрыхляют лопатой и растения (кусты) без повреждения стеблей и корней выбирают и связывают в снопы (4 снопа с 1 варианта опыта). Затем снопы ставят в воду на 1-2 часа для лучшего разъединения корней растений. После этого снопы разбирают, и полученные результаты записывают в табл. 99. Могут использоваться вспомогательные таблицы 100 и 101.

В каждом снопе определяют:

- общее число растений;
- общее число стеблей, в том числе продуктивных стеблей (с колосьями или метелками, в которых имеется хотя бы одно выполненное зерно);
- высоту растений;
- длину колоса или метелки;
- число колосков в колосе или метелке;
- число зерен в колосе или метелке;

- массу зерна с 1 колоса или метелки;
- массу 1000 зерен;

После этого у снопа срезают корневую систему с соломой на высоте 10 см, взвешивают. Зерно вымолачивают из всех колосьев или метелок снопа руками на лист бумаги, прибавляют зерно из 25 растений у которых считали число колосков и зерен в каждом соцветии, взвешивают после тщательного отвеивания мякины. Среднее число зерен в соцветии определяют путем деления всего числа зерен на число анализируемых продуктивных стеблей. После этого устанавливают массу 1000 зерен по среднему образцу зерна (без поправки на влажность) и определяют среднюю массу зерна в расчете на одно соцветие по формуле:

$$B = 3 \times M / 1000$$

где, В – масса зерна с 1 соцветия, г;

З – число зерен в соцветии, шт;

М – масса 1000 зерен, г.

Таблица 99. Анализ структуры урожая и определение биологической урожайности зерновых культур

| Вариант | Густота посевов<br>(количество), шт./м <sup>2</sup> |                      |                              | Элементы продуктивности |              |                                     |                                        |                     |                                 |                   |
|---------|-----------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------|--------------|-------------------------------------|----------------------------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------|
|         | растений                                            | всех побегов кущения | продуктивных побегов кущения | кустистость             |              | среднее число зерен в соцветии, шт. | средняя масса зерна одного соцветия, г | масса 1000 зерен, г | биологическая урожайность, ц/га | соотношение зерно |
|         |                                                     |                      |                              | общая,                  | продуктивная |                                     |                                        |                     |                                 |                   |
|         |                                                     |                      |                              |                         |              |                                     |                                        |                     |                                 |                   |

Средняя масса зерна одного колоса (метелки) также может быть рассчитана путем деления общей массы зерна снопового образца (г) на число продуктивных стеблей изучаемой культуры.

Для определения средних величин: средней длины колоса (метелки) показатели длины 25 (50) соцветий (измеряются с точностью до 0,5 см) суммируют и делят на 25 (50);

среднее число колосков в колосе (метелке) определяется, как среднеарифметическая величина суммы колосков 25 (50) колосьев.

Производные показатели – общую кустистость, находят делением всех побегов (стеблей) на число растений, а продуктивную – делением числа продуктивных стеблей на число растений на 1 м<sup>2</sup>.

Таблица 100 Анализ структуры урожая: культура \_\_\_\_ сорт \_\_\_\_ № поля

| Показатели анализа снопа          | Номер снопа |   |   |   |   |   | В<br>сред<br>нем |
|-----------------------------------|-------------|---|---|---|---|---|------------------|
|                                   | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |                  |
| Число растений                    |             |   |   |   |   |   |                  |
| Общее число стеблей               |             |   |   |   |   |   |                  |
| Число продуктивных стеблей        |             |   |   |   |   |   |                  |
| Общая кустистость                 |             |   |   |   |   |   |                  |
| Продуктивная кустистость          |             |   |   |   |   |   |                  |
| Масса снопа, г                    |             |   |   |   |   |   |                  |
| Масса зерна, г                    |             |   |   |   |   |   |                  |
| Масса соломы, г                   |             |   |   |   |   |   |                  |
| Масса 1000 зерен, г               |             |   |   |   |   |   |                  |
| Выход зерна из общей массы урожая |             |   |   |   |   |   |                  |

Таблица 101. Анализ продуктивности колоса

| № продуктивного<br>стебля, п/п | Длина<br>колоса, см | Число колосков<br>в колосе, шт. | В т. ч.<br>развитых, шт. | Число зерен<br>в колосе,<br>шт. |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
|                                |                     |                                 |                          |                                 |

Биологическая урожайность часто не совпадает с фактической, однако определение ее дает предварительное представление о величине сформировавшейся на поле или варианте опыта урожайности и составляющих ее элементах.

Определение биологической урожайности зерна производится по формуле, предложенной профессором М.С. Савицким:

$$Y = (P \times K) \times (Z \times M) / 10000,$$

где Y – урожайность, ц/га;

P – количество растений к уборке, шт/м<sup>2</sup>;

K – продуктивная кустистость (для кукурузы – количество початков, шт/растение);

Z – среднее число зерен в колосе (метелке, початке), шт.;

М – масса 1000 зерен, г;

10000 – число для перевода урожайности в ц/га.

Биологическую урожайность плодов **гречихи** рассчитывают по формуле:

$$Y = P \times \Pi \times M / 10000,$$

где Y – урожайность плодов, ц/га;

P – количество растений к уборке, шт/м<sup>2</sup>;

Π – количество плодов на растении, шт.;

M – масса 1000 плодов в урожае, г

Биологическую урожайность **льносоломы** можно определить по формуле:  $Y = P \times V_{1C} / 10$ ,

где Y – урожайность, ц/га;

P – количество растений к уборке, шт/м<sup>2</sup>;

V<sub>1C</sub> – вес одной соломинки, г.

По данной формуле рассчитывается и урожайность зеленой массы различных культур. Только вместо V<sub>1C</sub> будет V<sub>1P</sub> – вес одного растения, г.

Биологическую урожайность **льносемян** можно определить по формуле:  $Y = P \times C_T \times C \times M / 10000$ ,

где P – количество растений к уборке, шт/м<sup>2</sup>;

K – количество коробочек на растении, шт.;

C – количество семян в коробочке, шт.;

M – масса 1000 семян в урожае, г (табл. 102).

Таблица 102. Морфологический анализ, структура урожая и биологическая урожайность льна-долгунца

| Число растений, шт./м <sup>2</sup> | На 1 растение в среднем |                       |                    |                      |                  | Масса, г/м <sup>2</sup> |         |       | Масса 1000 семян, г | Биологическая урожайность, ц/га |         |       |
|------------------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|------------------|-------------------------|---------|-------|---------------------|---------------------------------|---------|-------|
|                                    | высота растений, см     | техническая длина, см | толщина стебля, см | число коробочек, шт. | число семян, шт. | общая                   | соломка | семян |                     | общая                           | соломка | Семян |
|                                    |                         |                       |                    |                      |                  |                         |         |       |                     |                                 |         |       |

Биологическую урожайность клубней картофеля можно определить по формуле

$$Y_6 = \frac{P \cdot [(K_{кр} \cdot B_{кр}) + (K_{ср} \cdot B_{ср}) + (K_{м} \cdot B_{м})]}{100},$$

где  $Y_6$  – биологическая урожайность клубней, ц/га;

$P$  – количество растений (кустов), шт/10 м<sup>2</sup>;

$K$  – количество клубней (крупные, средние, мелкие);

$B$  – масса одного клубня (крупного, среднего, мелкого);

100 – коэффициент перевода в ц/га.

Биологическая урожайность **корнеплодов** определяется по формуле:  $Y = P \times V_{1к} / 100$

где  $Y$  – урожайность, ц/га;

$P$  – количество растений к уборке, шт/10 м<sup>2</sup>;

$V_{1к}$  – вес одного корнеплода, г (табл. 103)

Таблица 103. Структура биологической урожайности корнеплодов

| Число и общая масса корнеплодов в расчете на 1 га |             | Удельный вес корнеплодов по фракциям |   |       |   |         |   |       |   |        |   |       |   |
|---------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|---|-------|---|---------|---|-------|---|--------|---|-------|---|
| Число, шт.                                        | Масса, ц/га | крупные                              |   |       |   | средние |   |       |   | Мелкие |   |       |   |
|                                                   |             | число                                |   | масса |   | число   |   | масса |   | число  |   | масса |   |
|                                                   |             | шт                                   | % | ц/га  | % | шт      | % | ц/га  | % | шт     | % | ц/га  | % |
|                                                   |             |                                      |   |       |   |         |   |       |   |        |   |       |   |

Для определения биологической урожайности **зернобобовых культур** также по диагонали поля берется не менее 4 проб на площади в 0,25 м<sup>2</sup>.

Структура урожая зернобобовых культур складывается из числа растений на гектаре, числа бобов на растении, числа семян в бобе и массы 1000 семян.

При анализе каждого взятого снопа необходимо у растений отрезать прикорневую часть, а надземную часть и семена взвесить отдельно.

Биологическую урожайность семян зернобобовых культур рассчитывают по формуле:  $Y = P \times B \times C \times M / 10000$

где  $Y$  – урожайность семян, ц/га;

$P$  – количество растений к уборке, шт/м<sup>2</sup>;

Б – количество бобов на растении, шт.;  
 С – количество семян в бобе, шт.;  
 М – масса 1000 семян в урожае, г (табл. 104).

Таблица 104. Анализ структуры урожая и определение биологической урожайности зернобобовых культур

| Варианты | Число растений | Среднее число бобов на 1 растении, шт. | Среднее число семян в одном бобе, шт. | Средняя масса, г/м <sup>2</sup> |       | Масса 1000 семян, г | Биологическая урожайность, ц/га |       | Соотношение семян к соломе |
|----------|----------------|----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------|---------------------|---------------------------------|-------|----------------------------|
|          |                |                                        |                                       | растений                        | семян |                     | общей массы                     | семян |                            |
|          |                |                                        |                                       |                                 |       |                     |                                 |       |                            |

**Кукуруза.** При определении биологической урожайности и структуры урожая кукурузы и других пропашных культур пробы берутся также по диагонали поля, но с площади по 10 м<sup>2</sup>. Для этого через равное число шагов (в зависимости от длины поля или участка) в 4-5 местах берутся отрезки двух смежных рядков длиной, в зависимости от ширины междурядий, обеспечивающих площадь 10 м<sup>2</sup> (при ширине 30 см – 16,7 м; 45 см – 11,11 м; 60 см – 8,33 м; 70 см – 7,14 м; 90 см – 5,55 м и т.д.) и на них подсчитывается число всех растений. Растения срезают на высоте 10 см, в каждом снопе определяют высоту всех растений, число листьев, число початков. Затем сноп взвешивают; отделяют и взвешивают початки. Средние показатели записывают в табл. 105, а биологическая урожайность зеленой массы и початков определяется по формуле:

$$У_{\text{биол}} = K \times M / 100$$

где К – количество растений или початков, шт./10м<sup>2</sup>

М – масса 1 растений или початка, г.

При оценке биологической урожайности кукурузы, убираемой на силос, важно определить удельный вес початков в общей биомассе, %.

Элементы структуры урожая кукурузы, выращиваемой для получения зерна:

1. Количество растений на единице площади – Р, шт/м<sup>2</sup>;
2. Количество продуктивных початков на одном растении – П, шт.;
3. Количество зерновок в рядках по окружности початка – Д, шт.;

4. Количество зерновок в вертикальных (продольных) рядах початка – В, шт.;
5. Общее число зерен початка – О, шт. ( $O = D \times B$ );
6. Средняя масса зерна одного початка – З, г;
7. Масса 1000 зерен, М, г;
8. Масса одной зерновки, К, г.

Таблица 105. Определение биологической урожайности кукурузы

| Показатели анализа растений<br>с учетом площадок                       | Единица<br>измерения | Повторности |   |   |   | Среднее |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------|---|---|---|---------|
|                                                                        |                      | 1           | 2 | 3 | 4 |         |
| Возделывание на силос                                                  |                      |             |   |   |   |         |
| Число учтенных растений                                                | шт.                  |             |   |   |   |         |
| Средняя высота растений                                                | см                   |             |   |   |   |         |
| Общая масса растений с<br>початками                                    | г                    |             |   |   |   |         |
| Масса початков                                                         | г                    |             |   |   |   |         |
| Средняя масса 1 растения с<br>початками                                | г                    |             |   |   |   |         |
| Средняя масса початков с 1<br>растения                                 | г                    |             |   |   |   |         |
| Формирование структуры агрофитоценоза в посевах и урожайность кукурузы |                      |             |   |   |   |         |
| Норма высева семян                                                     | тыс. шт./га          |             |   |   |   |         |
| Растений перед уборкой                                                 | тыс. шт/га           |             |   |   |   |         |
| Урожайность зеленой массы                                              | ц/га                 |             |   |   |   |         |
| Урожайность початков                                                   | ц/га                 |             |   |   |   |         |
| Возделывание на зерно                                                  |                      |             |   |   |   |         |
| Число учтенных растений                                                | шт.                  |             |   |   |   |         |
| Количество початков<br>учтенных растений                               | шт.                  |             |   |   |   |         |
| Среднее количество початков<br>с 1 растения                            | шт.                  |             |   |   |   |         |
| Количество зерновок в рядах<br>по окружности початка                   | шт.                  |             |   |   |   |         |
| Количество зерновок в<br>вертикальных рядах початка                    | шт.                  |             |   |   |   |         |
| Общее количество зерен<br>одного початка                               | шт.                  |             |   |   |   |         |
| Масса зерна одного початка                                             | г                    |             |   |   |   |         |
| Масса 1000 зерен                                                       | г                    |             |   |   |   |         |
| Урожайность (биологическая)<br>зерна при фактической<br>влажности      | ц/га                 |             |   |   |   |         |
| Урожайность (биологическая)<br>зерна абсолютно сухого                  | ц/га                 |             |   |   |   |         |

**Картофель.** Биологическая урожайность картофеля складывается из числа кустов, размещенных на единице площади (1 га) и средней массы клубней с 1 куста. На площадках по 10 м<sup>2</sup>, взятых равномерно по диагонали поля или участка в 4-5 местах, подсчитывают число растений (кустов) и по средним показателям определяют густоту посадки на 1 га к уборке и площадь питания 1 растения. После этого выкапывают по 10 растений на каждой площадке подряд без выбора, отделяют ботву, взвешивают отдельно клубни и ботву и делают пересчет урожайности картофеля в ц/га. Определяют также массу ботвы и отношение массы клубней к массе ботвы. Для определения структуры урожая клубни выкопанных растений делят на фракции: крупные, средние или семенные и мелкие, подсчитывается количество и взвешиванием определяется масса крупных, средних и мелких клубней, рассчитывается выход каждой фракции ( в %) от количества массы клубней. Фракционный состав клубней определяют по большему поперечному диаметру: менее 40 мм; 40-60 мм, более 60 мм. Товарность урожая определяют в процентах как массу клубней с диаметром свыше 40 мм (табл. 106).

Таблица 106. Структура урожая картофеля и биологическая урожайность.

| Растений,<br>шт/га | Число клубней одного растения, шт./%, в т.ч. |                         |                          |                        | Масса клубней одного куста, г/%, в т.ч. |              |              |             | Биологическая урожайность, ц/га/% |              |              |             |
|--------------------|----------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------------------|--------------|--------------|-------------|-----------------------------------|--------------|--------------|-------------|
|                    | всего                                        | крупные<br>х > 60<br>мм | средние<br>х 40-<br>60мм | мелкие<br>х < 40<br>мм | всего                                   | крупные<br>х | средние<br>х | мелкие<br>х | общая                             | крупные<br>х | средние<br>х | мелкие<br>х |
|                    |                                              |                         |                          |                        |                                         |              |              |             |                                   |              |              |             |
| стеблей,<br>шт/га  |                                              |                         |                          |                        |                                         |              |              |             |                                   |              |              |             |
|                    | 100                                          |                         |                          |                        | 100                                     |              |              |             | 100                               |              |              |             |

В таблицах 7 и 8 представлены структура урожайности корнеплодов и льна-долгунца, соответственно.

**Рапс.** Анализ структуры урожая рапса (табл. 107), горчицы, редьки масличной проводится по снопам, отобраным с площадок в 0,25 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности. Анализ структуры урожая начинают со взвешивания снопов, предварительно обрезав корни, и подсчета в растения в снопе. Результаты записывают в таблицы 38 и 39. Число растений подсчитывают с каждой повторности отдельно, затем

показатели пересчитывают на 1 м<sup>2</sup>. Показатели высоты растений, числа ветвей, стручков на одном растении определяют по 25 растениям, отобранным подряд из каждого снопа. Число семян в стручках подсчитывают по 25 стручкам в каждой повторности.

Приблизительное количество семян на одном растении определяют расчетным путем. Для получения более точных данных необходимо подсчитать все семена на каждом из 25 растений в четырехкратной повторности. Массу семян с одного растения, а также массу 1000 семян определяют путем взвешивания только при полной спелости семян. Если проводят анализ структуры урожая незрелых растений (в фазе восковой спелости и раньше), то для расчетов берется средний показатель массы 1000 семян: рапс озимый, яровой – 3,5–4,5 г, горчица белая – 4,0–5,5 г, горчица сизая – 2,5–3,5 г, сурепица озимая и яровая – 2,5–3,5 г, редька масличная – 9,0–2,0 г

Таблица 107. Биологическая урожайность рапса

| Вариант | Число растений на м, шт. | Масса снопа до обмолота, г | Масса семян, г   |                      |                | Доля семян в урожае, % |
|---------|--------------------------|----------------------------|------------------|----------------------|----------------|------------------------|
|         |                          |                            | с 25-ти растений | с остальных растений | со всего снопа |                        |
|         |                          |                            |                  |                      |                |                        |

Биологическую урожайность **семян рапса** можно определить по формуле:  $Y = P \times St \times C \times M / 10000$

где Y – урожайность, ц/га;

P – количество растений к уборке, шт/м<sup>2</sup>; шт.;

St – количество стручков на растении, шт.;

C – количество семян в стручке, шт.;

M – масса 1000 семян в урожае, г.

Указанная структурная формула урожайности зерновых культур используется как методологический инструмент для анализа и синтеза урожая. Анализ урожайности дает возможность установить количественные характеристики элементов продуктивности при оценке фактического урожая.

Синтез урожайности, используя оптимальные сочетания и количественные характеристики элементов продуктивности, служит для ее моделирования. Например, при известных параметрах продуктивной кустистости (K), озерненности соцветий (З), массы 1000 зерен (M) и учете уровня планируемой урожайности (Y) из структурной

формулы урожайности можно определить количество растений (Р), которое необходимо иметь к уборке:

$$P = (Y \times 10000) / K \times 3 \times M.$$

Рассчитать необходимую весовую норму высева можно по следующей формуле:

$$H_v = (P \times A \times 100) / (V_{об} \times Пг),$$

где А – масса 1000 семян, г;

Пг – посевная годность семян, %;

$V_{об}$  – общая выживаемость, %.

$$V_{об(оз)} = (V_{п} \times Пз \times С) / 10000,$$

где  $V_{об(оз)}$  – общая выживаемость озимых культур, %;

$V_{п}$  – полевая всхожесть, %;

Пз – перезимовка, %;

Сх – сохраняемость перезимовавших растений, %.

$$V_{об(яр)} = V_{п} \times Сх / 100,$$

где  $V_{об(яр)}$  – общая выживаемость яровых культур, %;

Сх – сохраняемость всходов, %.

$$Пг = V_{л} \times Ч / 100,$$

где Пг – посевная годность, %;

$V_{л}$  – лабораторная всхожесть, %;

Ч – чистота семян, %.

Штучная норма высева (К) в млн.шт/га =  $P / V_{об}$

В итоге получается поштучно-весовая норма высева, которая широко используется в практике и имеет вид:  $H_v = K \times A \times 100 / Пг$ ,

где  $H_v$  – норма высева, кг/га;

К – коэффициент высева семян, млн. шт/га;

А – масса 1000 семян, г ;

Пг – посевная годность семян, %.

Ключевым отличием представленной методики является то, что (К) в нашем случае расчетный показатель, а не рекомендованный регламентами. Вышеуказанная методика расчета нормы высева применима для всех культур сплошного сева. Несколько отличаются только элементы структуры урожайности.

При известном количестве семян, высеваемых на 1 м рядка, весовую норму высева **пропашных культур** легко определить по формуле:  $H_v = N_{ш} \times A / Ш$

где  $H_v$  – норма высева, кг/га;

$N_{ш}$  – количество семян, высеваемых на 1 м погонном рядка, шт;

Ш – ширина междурядий, см;

А – масса 1000 семян, г.

Тогда штучную норму посева на 1 м погонный рядка можно определить по формуле:  $N_{ш} = N_{в} \times Ш / А$

Весовую норму посева в данном случае можно определить другими, ранее указанными способами.

## 11. МЕТОДИКИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В БИОТЕХНОЛОГИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ.

Культивирование изолированных клеток и тканей растений в условиях *in vitro* – это метод сохранения жизнеспособности и размножения органов или их частей, участков тканей или отдельных клеток вне организма целого растения. В асептических условиях клетки и ткани служат в качестве биологических моделей, на которых в контролируемых условиях, близких во многих случаях к естественным, изучаются механизмы межклеточных взаимодействий, их регуляторных функций. Освобождение клетки из-под влияния коррелятивных связей и зависимости от материнского организма открывает широкие перспективы для теоретических исследований и прикладных разработок. В основе практически всех методических приемов культивирования клеток и тканей *in vitro* лежат три принципа:

- изолирование экспланта (клетка, фрагмент ткани, орган) от исходного материала (растения);
- перенос экспланта в строго контролируемые, тщательно подобранные условия;
- соблюдение абсолютно стерильных условий выращивания.

В настоящее время метод культуры изолированных клеток, тканей и органов растений в условиях *in vitro*, является самостоятельной отраслью биотехнологии. Это связано как с увеличением роли клеточных культур в фундаментальных исследованиях по генетике и молекулярной биологии, физиологии и цитозембриологии растений, так и с возможностями практического использования клеточных и тканевых технологий в агропромышленном комплексе, фармацевтической и пищевой промышленности. Последние достижения современной биотехнологии в области клеточной и генетической инженерии во многом определяются развитием методических подходов и совершенствованием приемов культивирования отдельных клеток, тканей и органов в асептических условиях. Основные направления работ, связанных с культурой изолированных тканей растений, включают получение, культивирование каллусных и суспензионных культур, гаплоидную технологию, выделение и культивирование протопластов, клеточную селекцию, эмбриокультуру, микроклональное размножение, криосохранение генофонда. Для проведения работ по культивированию изолированных

клеток, тканей и органов растений необходимо наличие специализированной лаборатории.

Процесс культивирования растительных клеток и тканей в условиях *in vitro* состоит из ряда последовательных операций, каждая из которых имеет свою специфику. Этапы проведения работ с клеточными культурами включают:

- выбор маточного растения;
- определение типов эксплантов, их стерилизация и перенос на питательную среду;
- оптимизация состава искусственных питательных сред и физических условий культивирования.

Выбор маточного растения. Выбор маточного (материнского, родительского, донорного) растения связан с предварительно установленными целью и задачами исследований. При определении материнского растения необходимо учитывать его физиологические, сортовые и видовые особенности. Растения должны быть здоровыми, без повреждений и поражений грибными, бактериальными и вирусными болезнями. Требуется специальная подготовка родительских растений–доноров эксплантов, что оказывает влияние на успех и стерилизации, и дальнейшего регенерационного процесса. Для получения стерильной культуры, например, розеточного растения рудбекии его целесообразно с короткого дня на несколько дней перенести в условия длинного дня для вытягивания стебля. Это приводит к образованию розетки листьев целиком над землей и применение обычных стерилизующих растворов дает хорошие результаты. Гербера – розеточное растение, у которого укороченный стебель вместе с апексом погружен в землю. К тому же верхушка побега покрыта многочисленными волосками, между которыми накапливаются мелкие частицы земли. Все это затрудняет стерилизацию общепринятыми методами. И только изменив способ посадки материнских растений, удастся получать удовлетворительные результаты. Материнские растения сажают так, чтобы точка роста стебля была приподнята над землей. Рекомендуется маточные растения выращивать в теплицах при невысокой влажности воздуха и с ограниченным поливом. Вода должна поступать в почву через специальные капилляры, попадая непосредственно к корню. Необходимо избегать полива сверху. Эти условия не совсем благоприятны для роста растений, но при этом резко уменьшается количество инфицированных растений. За несколько недель до изолирования экспланта донорное растение обрабатывается

ядохимикатами, а ту его часть, которая будет служить эксплантом, покрывается марлевым мешочком, чтобы избежать переноса патогенов насекомыми. Кроме того, следует применять возможность культивирования маточного растения в условиях биотехнологической лаборатории в течение одного–двух месяцев до вычленения эксплантов, что значительно повышает эффективность и облегчает их стерилизацию.

Определение типа экспланта. При выборе экспланта необходимо учитывать как вид растения, так и метод *in vitro*, который будет использоваться. На процесс получения регенерантов влияет сезон года и фаза развития родительского растения, реакция экспланта во многом зависит от того, из какого органа растения он взят. Большинство растений хорошо поддаются введению в культуру *in vitro* в фазе активного роста, экспланты некоторых растений образуют побеги лишь в фазе покоя. Из эксплантов чешуек луковиц лилии, например, легко получить регенерацию деток, если их взять весной или осенью, а не в летний или зимний период. Апикальная меристема гвоздики, изолированная в марте, дает наибольший процент жизнеспособных растений. Чем меньше абсолютный возраст растений, тем интенсивнее идет рост побегов. Эта зависимость особенно ярко выражена у древесных культур.

Ткани и органы, изолированные в момент вегетации растений, обладают более высокой чувствительностью к составу питательной среды и способны с высокой частотой образовывать адвентивные почки, формировать побеги и укореняться, по сравнению с тканями, взятыми в качестве экспланта, в период глубокого и вынужденного покоя.

Размер экспланта также является фактором, определяющим успех работы с ним в культуре *in vitro*. Чем меньше эксплант, тем меньшей регенерационной способностью он обладает, и наоборот. Экспланты большего размера, состоящие из паренхимы, проводящей ткани и камбия, могут в питательной среде спонтанно, независимо от содержания фитогормонов, образовывать побеги. С другой стороны, в клетках крупного экспланта увеличивается возможность появления вирусов и других патогенов, что препятствует оздоровлению размноженных в культуре тканей растений. Оптимальная величина экспланта зависит от видовых особенностей растения-донора и свойств органа, из которого изолирован эксплант.

Особенности стерилизации растительного материала. Поверхностные ткани всех органов растений обычно загрязнены спорами бактерий и грибов, тогда как внутренние ткани здоровых, неповрежденных

растений считаются стерильными. Для поверхностной стерилизации растительных тканей применяется набор химических веществ. Наиболее часто используются соединения, содержащие активный хлор (гипохлорит натрия, гипохлорит калия, хлорная известь, хлорамин), ртуть (сулема, диацид), перекись водорода, этиловый спирт. Реже используются бром, серная кислота, фенол и в особых случаях для стерилизации применяются антибиотики. Выбор стерилизующего вещества, его концентрация и продолжительность применения зависят от плотности и чувствительности ткани, которая должна быть простерилизована. Стерилизующие вещества должны отвечать следующим требованиям: эффективно обеззараживать грибные и бактериальные споры на внешней поверхности растительных объектов без повреждения внутренних тканей; легко удаляться из ткани промыванием стерильной дистиллированной водой или подвергаться разложению. При правильном подборе стерилизующего вещества и времени стерилизации инфицирование растительного материала не должно превышать 1-3 процентов. Для получения удовлетворительных результатов обычно пользуются уже известной техникой стерилизации с внесением некоторых модификаций для каждого конкретного случая, так как одни и те же ткани у разных видов растений нуждаются в различных способах и продолжительности стерилизации. Прежде чем приступить к стерилизации, необходимо подготовить стерильные сосуды с крышками. Очищенный и промытый в дистиллированной воде растительный материал помещается на несколько секунд в 96 % этиловый спирт, затем в стерилизующий раствор и отмечается время начала стерилизации. Не рекомендуется использовать для посадки клубни и корнеплоды, которые плавают на поверхности раствора. Концы отрезков стеблей, корней, черешков, листьев, пазушных и верхушечных почек парафинируют во избежание попадания стерилизующего вещества, которое может вызвать повреждение тканей. Если эта процедура не выполняется, то перед вычленением ткани концы стебля, корня или черешка отсекают стерильным скальпелем. Мелкие объекты (семена, почки, флоральные органы) удобно стерилизовать и промывать в марлевых мешочках, затянутых сверху ниткой, или использовать для этих целей чайное ситечко. Растительный материал, погруженный в стерилизующий раствор, вносится в ламинарный бокс. По истечении времени стерилизации растительный материал стерильным пинцетом переносится в сосуды со стерильной водой, выдерживается в каждом из трех сосудов по 5 мин. Простерилизованные и промытые объекты,

помещенные в стерильные чашки Петри, готовы для вычленения фрагментов тканей и переноса их на питательные среды.

Оптимизация искусственных питательных сред. На регенерационные процессы *in vitro* влияют генотип, возраст материнского растения, сезонность изоляции, а также размер исходного экспланта. Из химических факторов – состав питательной среды, соотношение цитокининов и ауксинов, из физических – условия освещения, длина светового дня, температурный режим и относительная влажность воздуха. При введении эксплантов в стерильную культуру в состав питательной среды часто добавляют антиоксиданты (цистеин, глутатион, аскорбиновая кислота), которые предупреждают действие гидролитических ферментов и гибель высаженных эксплантов. Целесообразно все операции по изолированию экспланта проводить на фильтровальной бумаге, пропитанной аскорбиновой кислотой, а во время подготовки эксплантов и в процессе их пересадок погружать ткани в раствор, содержащий антиоксиданты. Добавление активированного угля благотворно влияет на росте побегов. Активированный уголь адсорбирует выделяемые эксплантом токсические вещества. В то же время уголь адсорбирует из питательной среды и биологически активные вещества, что существенно уменьшает их исходную концентрацию. Поэтому в питательные среды, содержащие активированный уголь, необходимо вносить более высокие концентрации регуляторов роста, если они предусмотрены задачами исследований. Однако для первичных эксплантов могут применяться питательные среды упрощенного состава, лишь для первых недель культивирования и установления эффективности проведенных методов стерилизации. Затем чистые экспанты пересаживаются на питательные среды, состав которых определяется в соответствии с потребностями конкретной культуры.

От качества полученной первичной культуры тканей или органов зависит весь дальнейший процесс работы с данным объектом в условиях *in vitro*. Питательные среды могут содержать высокие концентрации минеральных солей, углеводов, витамины, цитокинины и ауксины, иногда гиббереллины или брассиностероиды.

Химический состав искусственной питательной среды, ее физические свойства должны соответствовать тем задачам, которые выполняет среда на каждом этапе работы с культурой *in vitro*. Используются искусственные питательные среды Мурасиге и Скуга, Линсмайера и Скуга, Шенка и Хильдебрандта, Нича, Гамборга, Хеллера и другие. В

большинстве случаев исследователи отдают предпочтение питательной среде Мурасиге и Скуга. Отличительной особенностью этой среды является высокая концентрация неорганического азота. Азот – это незаменимый элемент в питательной среде. Сочетание аммонийного и нитратного азота в среде Мурасиге и Скуга оптимально как для процессов неорганизованного роста, так и для процессов органогенеза. Реализация морфогенетического потенциала растений во многом определяется формой азота и его концентрацией.

В качестве источника углеродного питания используются различные углеводы: сахароза, глюкоза, фруктоза. Чаще всего применяется 2–3% сахароза. Однако эта концентрация может меняться в зависимости от предпочтений, вводимых в культуру *in vitro* растений. Сахароза является фактором, способным направить развитие побегов либо в вегетирующие почки, либо в почки возобновления в зависимости от вида растения.

Регулирование морфогенеза осуществляется с помощью экзогенных фитогормонов. Среди наиболее используемых цитокининов – кинетин, БАП, зеатин, ауксинов – ИУК и НУК в концентрации до 5,0 мг/л. При культивировании, например, пазушных почек гречихи на питательных средах, содержащих различные концентрации цитокининов, наилучший результат был получен при использовании БАП в концентрации 0,5 – 1,0 мг/л, а также БАП (2,2 мг/л) + ИУК (0,2 мг/л). На питательной среде, содержащей 2,2 мг/л БАП и 0,2 мг/л ИУК развивающиеся побеги имели розеточную форму, их междоузлия не вытягивались, тогда как при 0,5 мг/л БАП одновременно с активацией пазушных побегов происходило их вытягивание. Это облегчало выделение единичного побега из пучка и пересадку его при укоренении. Кроме того, побеги, размноженные на питательной среде, содержащей 0,5–1,0 мг/л БАП значительно быстрее формировали корни. Увеличение концентрации БАП до 1,5 мг/л значительно ингибировало образование пазушных побегов и приводило к появлению мелких уродливых, плохо развитых почек. Понижение концентрации до 0,1 мг/л также ингибировало развитие пазушных побегов и вызывало заложение многочисленных генеративных почек и образование корней в основании черенка. Однако следует отметить, что введение в среду ИУК в небольшой концентрации (2,2 мг/л БАП и 0,2 мг/л ИУК) снимало ингибирующий эффект высокой концентрации БАП и способствовало увеличению выхода пазушных побегов. Установлено, что БАП в концентрации 5,0 мг/л с одной стороны

вызывал максимальное развитие пазушных побегов яблони в культуре клеток, но с другой стороны, приводил к появлению уродливых низкорослых побегов. В то же время при концентрации БАП 1,0 мг/л из почек формировались нормальные побеги, и при этом наблюдалось лишь незначительное уменьшение скорости размножения. При длительном культивировании побегов земляники на питательных средах с высоким содержанием БАП в некоторых случаях происходило формирование пассивных почек, не способных ни к пролиферации пазушных меристем, ни к корнеобразованию. По-видимому, в процессе культивирования побегов в их тканях происходит постепенное накопление фитогормонов выше необходимого физиологического уровня и при этом наблюдается их токсическое действие. Отрицательное действие цитокининов возможно преодолеть, используя питательные среды с минимальной их концентрацией, обеспечивающих стабильный коэффициент размножения, или чередованием циклов культивирования на средах с низким и высоким уровнем цитокининов.

Другой класс фитогормонов – ауксины и их синтетические аналоги НУК ( $\alpha$ -нафтилуксусная кислота), 2,4-Д (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота) широко применяются в условиях *in vitro*. Ауксины влияют на растяжение клеток, деление и дифференцировку. Наиболее выраженный органогенный эффект ауксинов – это стимуляция образования корней. Под их влиянием происходит деление клеток паренхимы побега. Вместе с тем ауксины тормозят рост сформировавшихся корней, поэтому для избыточных концентраций ауксина характерно обильное заложение корневых зачатков, рост в длину которых значительно подавлен. При этом происходит разрастание корней в ширину. Развитие ненормально утолщенных укороченных корней может приводить к слабому росту растений-регенерантов *in vitro* и гибели полученных растений при пересадке. Экзогенные ауксины принимают участие в регенерации побегов из каллуса и непосредственно из тканей экспланта.

Гиббереллины – класс соединений, включающий более 30 веществ. В культуре *in vitro* в основном используется гиббереллин (гибберелловая кислота). Экзогенные гиббереллины усиливают рост и вытягивание стебля, листьев, индуцируют прорастание семян, снимают состояние покоя. Гиббереллин включают в состав питательной среды в основном с целью ускорения роста сформировавшихся почек и получения растения с хорошо развитой надземной частью.

На регенерационные процессы растительных клеток и тканей влияет кислотность питательной среды, определяющая доступность питательных веществ. Известно, что сильно кислые или щелочные среды лимитируют поступление некоторых элементов, например, фосфора и железа, делая их относительно нерастворимыми, и ограничивают тем самым рост растений. В то же время при высокой кислотности другие элементы переходят в растворенное состояние и становятся токсичными для эксплантов. Как правило, ткани и органы растений культивируют на питательной среде с pH 5,6-5,8. Однако эти условия не всегда являются оптимальными. Например, установлено, что для культуры зародышей сосны обыкновенной изменение кислотности питательной среды до 5,2 позволяет увеличить в 2,5-3 раза образование адвентивных почек, а для культуры ели обыкновенной наиболее благоприятный pH находится в пределах 5,2-5,6. Таким образом, кислотность культуральной среды совпадает с кислотностью почв, на которых произрастают данные породы в естественных условиях. Поэтому биотехнологи должны учитывать в экспериментах по культуре тканей кислотность почв естественного произрастания исследуемых растений.

Питательные среды по консистенции бывают жидкие и твердые (агаризованные). Для приготовления твердых питательных сред в качестве затвердителя наиболее часто используется агар. Это полисахарид, получаемый из морских водорослей и изготавливаемый в виде пластин, зерен или порошка желтовато-белого цвета. Агар образует с водой гель, плавящийся при температуре +70-80°C и затвердевающий при температуре +45-50°C. При использовании пластинчатого и гранулированного агара, очищенная и высушенная его навеска помещается в термостойкий стакан, заливается холодной дистиллированной водой (1/2 объема среды) на 10-15 мин, для лучшего разбухания, а затем нагревается до температуры +70-80°C, пока он не превратится в однородный коллоидный раствор. Навеску порошкового агара можно вносить сразу в среду, не нагревая. Затем питательная среда нагревается до +50-60°C, объединяется с горячим раствором агара и доводится до требуемого объема подогретой дистиллированной водой. Готовая среда разливается в культуральные сосуды.

Оптимизация физических условий культивирования объектов *in vitro*. Изолированные клетки и ткани растений выращиваются при освещении люминесцентными лампами или светодиодными светильниками с учетом требований материнского растения к фотопериоду. Обычно

клетки, ткани, органы и растения-регенеранты культивируются при 1000-5000 лк и 14-16-часовом фотопериоде. Такие условия освещения способствуют инициации образования побегов и корней у большинства растений. Тем не менее, многие исследования свидетельствуют о важной роли интенсивности освещения в индукции органогенеза. Так, например, увеличение освещенности с 3000 до 6000 лк способствует интенсивному побегообразованию в культуре бегонии. Максимальное образование побегов и корней в культуре тканей аспарагуса отмечается при 1000 лк, снижение или увеличение освещения угнетает органогенез тканей.

Интенсивность и характер роста изолированных тканей зависят и от спектрального состава света. Так, белый, красный и синий свет более интенсивно индуцируют образование почек у *Heloniopsis orientalis*, чем зеленый. Красный свет стимулирует образование цветочных почек у ткани табака, а темнота – образование корней. Адвентивные почки в каллусе табака индуцируются ультрафиолетовым, голубым и фиолетовым светом. У эксплантов салата красный свет вызывает образование побегов. Для пробирочных растений картофеля установлено, что присутствие в питательной среде НУК или ИУК значительно сильнее стимулирует клубнеобразование на красном, чем на синем свету, тогда как БАП или кинетин вызывают активное клубнеобразование на синем свету по сравнению с красным светом. Наиболее благоприятное действие на укоренение побегов березы, активацию существующих меристем оказывает красный свет, при котором практически 100% микрочеренков образуют корни. При белом свете этот процесс идет менее активно, а при синем – корни образуются только у половины черенков, в темноте – у еще меньшего числа. Сочетание красного света с введением в среду ИУК значительно ускоряет процесс корнеобразования и повышает интенсивность роста побегов. Синий свет увеличивает содержание цитокининов в тканях растений и тем самым стимулирует образование побегов.

Температура оказывает значительное влияние на рост и регенерацию растений, способствуя активации метаболических процессов. Для большинства растительных тканей температурный оптимум составляет +23-25°C. Однако существуют различия между растениями в отношении их требований к температуре. Так, образование луковичек у *Lilium auratum* наиболее эффективно при +20°C. Охлаждение эксплантов, предшествующее культивированию тканей гладиолуса, улучшает их

регенерационную способность. Низкие температуры (+15-18°C) в течение 2-х недель необходимы для индукции образования побегов в культуре черешков бегонии. Для почек цветоносов фаленопсиса отмечается влияние температуры на тип морфогенеза: при +28°C из почек регенерируют вегетативные побеги, а при +20°C – генеративные. Температурный режим зависит, главным образом, от вида растений. Так, например, для тропических растений оптимальная температура выращивания приближается к +27°C, для растений альпийских лугов – +18-20°C, для большинства других – +24-25°C.

Наибольшее влияние на морфогенетический потенциал культивируемых тканей и органов оказывают генетические факторы. Так, двудольные травянистые растения обладают более выраженной способностью к регенерации, чем однодольные. Важно учитывать и сортовые особенности. У разных сортов черной смородины, например, наблюдалось достоверное различие корнеобразующей способности изолированных верхушек побегов. Регенерирующая способность винограда также в большей степени зависела от сортовых различий, чем от соотношения и концентрации фитогормонов в питательной среде. Способность к морфогенезу различна также у разных органов одного и того же растения, поэтому при подготовке к работе в условиях *in vitro* с конкретной культурой необходимо всестороннее исследование морфогенетического потенциала растения, целью которого является выбор оптимального метода.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Введение.....                                                                                                         | 3   |
| Список рекомендуемой литературы.....                                                                                  | 4   |
| Глава 1. Методики лабораторного анализ семенного материала.....                                                       | 7   |
| Глава 2. Методики оценки плодородия почв .....                                                                        | 24  |
| Глава 3. Методики оценки качества обработки почвы.....                                                                | 53  |
| Глава 4. Методики оценки физиологических параметров продукционного процесса....                                       | 72  |
| Глава 5. Методики оценки фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур и их семенного материала..... | 107 |
| Глава 6. Методики планирования и проведения научных исследований в кормопроизводстве.....                             | 125 |
| Глава 7. Методики планирования и проведения научных исследований в плодоводстве .....                                 | 164 |
| Глава 8. Методики планирования и проведения научных исследований в овощеводств .....                                  | 182 |
| Глава 9. Методики научных исследований по хранению и оценке качества продукции растениеводства .....                  | 197 |
| Глава 10. Методики оценки биологической урожайности сельскохозяйственных растений .....                               | 234 |
| Глава 11. Методики научных исследований, используемые в биотехнологии сельскохозяйственных культур .....              | 245 |
| Приложения .....                                                                                                      | 255 |

Учебное издание

**Порхунцова** Ольга Анатольевна  
**Дуктова** Наталья Александровна  
**Витко** Галина Ивановна  
**Мастеров** Алексей Сергеевич  
**Мосур** Сергей Сергеевич  
**Никонович** Тамара Владимировна  
**Персикова** Тамара Филипповна  
**Почтовая** Наталья Леонтьевна  
**Радкевич** Марина Леонидовна  
**Рылко** Виталий Александрович  
**Таранухо** Владимир Григорьевич  
**Шелюто** Бранислава Васильевна

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕМИНАР.

Учебно-методическое пособие

Редактор  
Технический редактор  
Корректор

Подписано в печать . 2025. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. .  
Тираж экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
ЛИ № 02330/0548504 от 16.06.2009.  
Ул. Студенческая, 2, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.