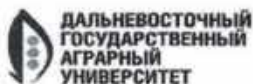


Министерство сельского хозяйства Российской
Федерации



Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«НЕМЧИНОВКА»
(ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»)



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ)

УДК 631.527:633.11
ГРНТИ 68.35.35

УТВЕРЖДАЮ
Ректор

Тихончук П. В.

«__» _____ 2025 г.

Сборник методик инструментальной фенотипической оценки
яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.)

Благовещенск
Москва
2025

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Заведующий лабораторией
первичного семеноводства
яровой пшеницы, д-р с.-х. наук
ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»



Давыдова Н. В.

Заместитель директора по
научной работе, д-р с.-х. наук
ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»



Лаптина Ю. А.

Ведущий научный сотрудник
лаборатории технологии и
биохимии зерна, канд. с.-х. наук
ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»



Соболева Е.В.

Научный сотрудник научно-
исследовательской лаборатории
селекции зерновых культур



Терёхин Н.М.

Старший научный сотрудник
научно-исследовательской
лаборатории качества
растениеводческой продукции,
канд. с.-х. наук



Куркова И.В.

Ведущий научный сотрудник
научно-исследовательской
лаборатории «Защита растений»,
канд. биол. наук



Колесникова Т.П.

РЕФЕРАТ

Работа содержит: 37 страниц, 5 рисунков, 7 источников литературы.

Ключевые слова: фенотипирование, яровая пшеница, методика.

Цель работы: разработка и внедрение стандартизированных методик инструментальной оценки морфологических, физиологических и биохимических признаков пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.). Повышение точности и объективности оценки, обеспечение систематизации и унификации методов фенотипирования для использования в селекционных и научно-исследовательских программах; повышение эффективности отбора перспективных линий и сортов мягкой пшеницы на основе инструментальных данных; изучение генетической и фенотипической variability признаков с целью выявления источников генетического разнообразия.

Методы: в работе представлены унифицированные протоколы оценки более 21 ключевых селекционно-значимых признаков, включая:

- урожайность с единицы площади;
- количество продуктивных стеблей с единицы площади;
- высота растения;
- продуктивная кустистость;
- длина колоса;
- количество зерен в колосе;
- масса зерна с колоса;
- масса 1000 зерен;
- натура зерна;
- содержание и качество клейковины;
- содержание белка;
- число падения;
- стекловидность;
- оценка устойчивости к бурой ржавчине;
- оценка устойчивости к мучнистой росе;
- оценка устойчивости к септориозу;
- оценка устойчивости к фузариозу колоса;
- оценка засухоустойчивости;
- оценка солеустойчивости;
- оценка устойчивости к переувлажнению;
- оценка устойчивости к полеганию.

Результаты работы: Разработан комплекс взаимодополняющих методик, обеспечивающих точную, воспроизводимую и сравнительную оценку фенотипических признаков пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.). Методики включают детальное описание необходимого оборудования, инструментов, реактивов, пошаговых процедур проведения измерений и формул для расчёта итоговых показателей. Данная методика позволит стандартизировать процесс фенотипирования в селекционных питомниках и исследовательских опытах, что способствует повышению эффективности отбора перспективных генотипов

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Урожайность с единицы площади (т/га).....	5
2 Структура урожая: количество продуктивных стеблей с единицы площади, количество зерен в колосе, масса зерна с колоса, высота растения, длина колоса, продуктивная кустистость	6
3 Масса 1000 зерен (г).....	11
4 Натура зерна (г/л)	12
5 Содержание и качество клейковины.....	13
6 Содержание белка	16
7 Число падения (сек)	16
8 Стекловидность (%)	188
9 Оценка устойчивости к бурой ржавчине (<i>Puccinia recondita</i>)	19
10 Оценка устойчивости к мучнистой росе (<i>Blumeria graminis</i>).....	22
11 Оценка устойчивости к септориозу (<i>Zymoseptoria tritici</i>)	25
12 Оценка устойчивости к фузариозу колоса (<i>Fusarium spp.</i>)	27
13 Оценка засухоустойчивости.....	29
14 Оценка солеустойчивости	311
15 Оценка устойчивости к переувлажнению	31
16 Оценка устойчивости к полеганию	322
Приложение Протокол учета устойчивости пшеницы к фитопатогенам.....	36
Библиографический список	37

1 УРОЖАЙНОСТЬ С ЕДИНИЦЫ ПЛОЩАДИ (т/га)

Принцип метода. Прямое определение массы зерна, убранного с учетной делянки известной площади, с последующим пересчетом на стандартную влажность и единицу площади (гектар).

Процедура.

1. Определить и разметить учетную площадь делянки (S , m^2):

$$S = a \times b$$

где S – площадь делянки;

a – длина делянки;

b – ширина делянки.

2. Провести уборку урожая со всей учетной площади с помощью комбайна или вручную.

3. Взвесить собранное зерно с делянки (Масса сырого зерна, кг).

4. Определить влажность зерна (W , %) с помощью влагомера.

5. Рассчитать урожайность при стандартной влажности (для зерновых – 14 %) по формуле:

$$\text{Урожайность (т/га)} = [\text{Масса сырого зерна (кг)} \times (100 - W) / (100 - 14)] / [S (m^2) / 10000].$$

Необходимое оборудование:

- ✓ полевой комбайн с функцией взвешивания или лабораторные весы;
- ✓ полевой влагомер зерна.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ рулетка или мерная лента для измерения площади убранных делянок;
- ✓ мешки для сбора урожая;
- ✓ этикетки.

2 СТРУКТУРА УРОЖАЯ: КОЛИЧЕСТВО ПРОДУКТИВНЫХ СТЕБЛЕЙ С ЕДИНИЦЫ ПЛОЩАДИ, КОЛИЧЕСТВО ЗЕРЕН В КОЛОСЕ, МАССА ЗЕРНА С КОЛОСА, ВЫСОТА РАСТЕНИЯ, ДЛИНА КОЛОСА, ПРОДУКТИВНАЯ КУСТИСТОСТЬ

Принцип метода.

Комплексная оценка основных элементов, формирующих урожай. Проводится путем подсчета продуктивных стеблей на единице площади, а также детального анализа случайно отобранных типичных растений.

Процедура.

А) Оценка количества продуктивных стеблей

1. На каждой учетной делянке (2-х кратная повторность) в фазу полных всходов разместить рамку площадью 1 м². Подсчитать число всходов, шт. на 1 м².

2. Рассчитать среднее число продуктивных стеблей на 1 м² и на 1 га:

$$\text{Число стеблей/м}^2 = (\text{Сумма стеблей со всех учетных площадок}) / (\text{Количество учетных площадок} \times \text{Площадь одной площадки (м}^2)).$$

$$\text{Число стеблей/га} = \text{Число стеблей/м}^2 \times 10\,000.$$

Б) Оценка количества зерен в колосе и массы зерна с колоса

1. С учетных делянок, не повреждая растения, отобрать 20–25 растений.
2. В лабораторных условиях с каждого колоса аккуратно обмолотить все зерна.

3. Подсчитать число полноценных зерен в каждом колосе.

4. Взвесить совокупную массу зерна с каждого колоса на аналитических весах (Масса зерна с колоса, г).

5. Рассчитать для делянки средние показатели:

$$\text{Среднее число зерен в колосе} = (\text{Сумма зерен со всех колосьев}) / (\text{Количество колосьев}).$$

Средняя масса зерна с колоса (г) = (Сумма массы зерна со всех колосьев) /
(Количество колосьев).

Необходимое оборудование – аналитические весы с точностью до 0,01 г.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ лопата;
- ✓ металлическая или деревянная рамка площадью 0,25 м² (0,5 м × 0,5 м) или 1 м² (1 м × 1 м);
- ✓ рулетка (не менее 2 м);
- ✓ прочные бумажные пакеты для отбора образцов;
- ✓ этикетки;
- ✓ лабораторная посуда (чашки Петри, бумага для взвешивания).

В) Определение высоты растений

Принцип метода. Прямое измерение вертикального расстояния от поверхности почвы до верхушки колоса с помощью механических или электронных измерительных приборов. Метод основан на точном определении линейных размеров растений в естественных условиях произрастания.

Процедура.

1. Выбрать типичные растения, равномерно распределенные по делянке.
2. Определить количество повторности (не менее 20–25 растений на делянку).
3. Установить измерительную линейку или высотомер вертикально у основания растения.
4. Определить положение верхней точки растения (без выпрямления естественных изгибов).
5. Для полегших растений измерить фактическую высоту без принудительного подъема.
6. Зафиксировать показания с точностью до 1 см.
7. Рассчитать среднюю высоту растений по делянке.

Расчет средней арифметической:

$$\bar{x} = \Sigma xi/n$$

где \bar{x} – средняя высота растений на делянке (см);

Σxi – сумма значений высот всех измеряемых растений;

n – количество измерений.

8. Определить стандартное отклонение.

Стандартное отклонение (s) – статистический показатель, который измеряет разброс значений в наборе данных относительно их среднего арифметического значения.

$$s = \sqrt{[\Sigma(xi - \bar{x})^2 / (n - 1)]}$$

где s – стандартное отклонение по выборке (на практике чаще используется именно эта формула);

Σ – знак суммирования;

xi – каждое отдельное значение в выборке;

\bar{x} (x с чертой) – среднее арифметическое всех значений;

n – количество значений в выборке;

$\sqrt{\quad}$ – квадратный корень.

9. Определить коэффициент вариации (CV).

CV – это коэффициент вариации, который показывает относительную изменчивость признака (в данном случае – высоты растений). Измеряется в процентах (%). Чем выше CV, тем больше разброс значений относительно среднего.

$$CV = (s / \bar{x}) \times 100 \%,$$

где s – стандартное отклонение. Показывает, насколько в среднем каждое отдельное измерение (высота каждого растения) отклоняется от средней высоты;

\bar{x} – средняя арифметическая высота растений.

CV <10 % – очень низкая изменчивость (растения очень ровные по высоте);

$CV = 10-20 \%$ – умеренная изменчивость (нормальное распределение высот);

$CV > 20 \%$ – высокая изменчивость (растения сильно различаются по высоте);

$CV > 30 \%$ – очень высокая изменчивость (неравномерность стояния).

Сроки и периодичность измерений - фаза молочной спелости.

Необходимое оборудование:

- ✓ измерительная линейка с сантиметровыми делениями;
- ✓ высотомер растительный электронный (например, Нага или аналоги);
- ✓ складной метр металлический;
- ✓ рулетка измерительная (3–5 м).

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ полевой планшет для записи данных;
- ✓ этикетки.

Г) Определение длины колоса

Принцип метода. Прямое измерение линейного размера колоса от основания до вершины (без остей) с помощью измерительных инструментов. Метод основан на точном определении морфометрического параметра, характеризующего продуктивность колоса.

Процедура.

1. Отобрать не менее 20–30 типичных колосьев с каждой делянки в фазу полной спелости.
2. При наличии остей аккуратно удалить их на уровне вершины колоса.
3. Расположить колос на ровной поверхности параллельно измерительной линейке.
4. Измерить расстояние от основания нижнего колоска до вершины верхнего колоска.
5. Для изогнутых колосьев использовать гибкую рулетку, повторяющую изгиб колоса.
6. Измерения проводить с точностью до 1 мм.

7. Рассчитать среднюю длину колоса для делянки.

8. Определить стандартное отклонение и коэффициент вариации.

Формулы расчета (аналогично как «Определение высоты растений»):

Средняя длина колоса: $L_{cp} = \sum Li/n$

Стандартное отклонение: $s = \sqrt{[\sum(Li - L_{cp})^2/(n-1)]}$

Коэффициент вариации: $CV = (s/L_{cp}) \times 100 \%$,

где Li – длина отдельного колоса;

n – количество измеренных колосьев.

Необходимое оборудование:

- ✓ штангенциркуль с глубиномером (для точных измерений);
- ✓ измерительная линейка с миллиметровыми делениями;
- ✓ гибкая рулетка (для изогнутых колосьев).

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ лупа ручная (для точного определения границ колосков);
- ✓ пинцет для удержания колоса;
- ✓ планшет для фиксации результатов;
- ✓ пакеты для хранения образцов.

Д) Продуктивная кустистость

Принцип метода. Учет количества продуктивных стеблей на одно растение или на единицу площади. Метод основан на подсчете стеблей, закончивших вегетацию формированием генеративных органов.

Процедура.

1. Учет проводить в фазу полной спелости растений.
2. На каждой делянке выделить учетные площадки размером 0,25–1,0 м² в 3-4 кратной повторности.
3. Подсчитать общее количество продуктивных стеблей на каждой площадке. Продуктивным считать стебель, имеющий сформированный колос с зерном.
4. Рассчитать среднее количество продуктивных стеблей на 1 м² и на 1 растение.

5. Определить стандартное отклонение и коэффициент вариации.

Формулы расчета:

Продуктивная кустистость (растение):

$$K_{\text{пр}} = \Sigma N_{\text{пр}}/n,$$

где $N_{\text{пр}}$ – количество продуктивных стеблей на растение;

n – количество учетных растений.

Плотность продуктивного стеблестоя (м^2):

$$\text{ППС} = \Sigma N_{\text{общ}}/S,$$

где $N_{\text{общ}}$ – общее количество стеблей на площадке;

S – общая площадь учетных площадок (м^2).

Коэффициент продуктивности:

$$K_{\text{п}} = N_{\text{пр}}/N_{\text{общ}}.$$

Шкала оценки продуктивной кустистости:

очень низкая: <1,5 стеблей/растение;

низкая: 1,5–2,0 стеблей/растение;

средняя: 2,1–3,0 стеблей/растение;

высокая: 3,1–4,0 стеблей/растение;

очень высокая: > 4,0 стеблей/растение.

Необходимое оборудование – рамка учетная 0,25–1,0 м^2 .

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ лопата для отбора растений;
- ✓ этикетки для маркировки образцов;
- ✓ полевой планшет для записи данных;
- ✓ пакеты для сбора образцов.

3 МАССА 1000 ЗЕРЕН (г)

Принцип метода. Определение массы 1000 абсолютно сухих зерен для оценки их крупности, выполненности и энергии роста. Проводится в два этапа: взвешивание навески и пересчет на стандартную влажность.

Процедура.

1. Из средней пробы зерна с делянки методом квартования отобрать две навески.

2. Первую навеску используют для определения влажности зерна (W, %) с помощью влагомера.

3. Из второй навески отсчитать без выбора 2 навески по 500 целых, полноценных зерен (для последующего пересчета на 1000) или 1000 зерен, если используется счетчик семян. В случае расхождения массы навесок более чем на 0,01 г отсчитывают 3-ю навеску. К зачёту принимают 2 навески, не отличающиеся по массе более чем на 0,01 г.

4. Взвесить отобранные зерна на аналитических весах с точностью до 0,01 г (масса навески при факт. влажности).

5. Рассчитать массу 1000 зерен при стандартной влажности (для зерновых – 14 %) по формуле:

$$M_{1000} = \left[\text{Масса навески при факт. влажности (г)} \times \frac{(100 - W)}{(100 - 14)} \right] \times \frac{1000}{N}$$

где N – количество зерен в навеске (500 или 1000).

Необходимое оборудование:

- ✓ аналитические весы с точностью до 0,01 г;
- ✓ влагомер зерна;
- ✓ рекомендуется: автоматический счетчик семян.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ лабораторная посуда (чашки Петри, бюксы);
- ✓ шпатель;
- ✓ совок для квартования.

4 НАТУРА ЗЕРНА (г/л)

Принцип метода. Определение массы установленного объема зерна. Показатель натуры косвенно характеризует выполненность зерна, его плотность и выход муки. Измеряется с помощью пурки (ГОСТ 10840–2017).

Процедура.

1. Проверить и при необходимости откалибровать пурку согласно инструкции производителя.

2. Просеять пробу зерна для удаления сорных примесей и пыли.

3. Зерно свободной насыпью из воронки заполнить мерный стакан пурки с высоты 5–10 см.

4. После заполнения стакана и прекращения тока зерна, с помощью приемного ножа (сбрасывателя) удалить излишки зерна, проведя ножом по краю стакана под углом 45 °.

5. Освободить мерный стакан от затвора и взвесить зерно в стакане на встроенных весах пурки или перенести на лабораторные весы.

6. Значение натуре считается непосредственно в граммах на литр (г/л) или рассчитывается по массе и объему стакана (обычно 1 л)

Необходимое оборудование - пурка.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ набор сит для очистки зерна;
- ✓ лабораторные весы (если пурка не имеет встроенных);
- ✓ щетка для очистки прибора.

5 СОДЕРЖАНИЕ И КАЧЕСТВО КЛЕЙКОВИНЫ

Принцип метода. Определения содержания и качества клейковины описан в соответствии с ГОСТ Р 54478-2011 «Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице». Метод позволяет определить количество клейковины (выражается в %) и качество (выражается в условных единицах ИДК).

Содержание клейковины

Процедура.

1. Выделение сырой клейковины из теста, замешенного из размолотого зерна и питьевой воды. Клейковину отмывают рабочим органом механизированного устройства (механизированный способ) или ладонями

(ручной способ) с помощью воды, удаляющей водорастворимые вещества из теста, а также крахмал и отруби.

2. Полученную клейковину взвешивают.

3. Рассчитывают процентное содержание сырой клейковины относительно пробы сухого размолотого зерна.

4. При ручном способе перед взвешиванием удаляют излишки воды прессованием сырой клейковины между ладонями.

Подсчёт.

Количество клейковины в зерне вычисляют по формуле:

$$M = M_k / M_z \times 100 \%,$$

где M – количество клейковины в зерне, %;

M_к – масса клейковины г;

M_з – масса пробы размолотого зерна, г.

Альтернативный метод

Принцип метода. Определение содержания и качества клейковины описан в ГОСТ ISO 21415-2-2019 «Пшеница и пшеничная мука. Определение содержания клейковины. Часть 2. Определение содержания сырой клейковины и индекса клейковины (глютен-индекса) механическим способом». Метод состоит в приготовлении теста из пробы пшеничной муки и буферного раствора хлористого натрия, выделении сырой клейковины отмыванием, удалении излишка раствора из клейковины центрифугированием и взвешивании остатка.

Процедура.

- **Выделение навески** – из пробы выделяют навеску массой 10 г ± 0,01 г и переносят в смесительно-промывочную камеру прибора. Перфорированная пластина камеры предварительно очищена и увлажнена буферным раствором хлористого натрия.
- **Приготовление теста и отмывание из него клейковины** – это непрерывный процесс, осуществляемый автоматическим прибором. Время приготовления теста – 20 с, время отмывания – 5 мин.

- **Центрифугирование и взвешивание клейковины** – после завершения отмывания сырую клейковину пинцетом извлекают из смесительно-промывочной камеры. Разделяют клейковину на две равные порции и помещают шарики клейковины на перфорированные лотки центрифуги, слегка прижав их. Излишек раствора из клейковины удаляют с помощью центрифуги в течение 60 с. Затем клейковину пинцетом извлекают и немедленно взвешивают с точностью до 0,01 г.

Подсчёт.

Содержание сырой клейковины вычисляют как отношение массы сырой клейковины к массе навески, выраженное в процентах. За результат анализа принимают среднеарифметическое двух определений при условии, что удовлетворяется требование сходимости.

Качество клейковины

Принцип метода. Определение величины деформации сжатия сформованной в шарик сырой клейковины под воздействием нагрузки определённой величины в течение заданного интервала времени.

Процедура.

1. После взвешивания из анализируемой пробы выделяют две пробы по 4 г.
2. Выделенную клейковину формируют в шарик с помощью устройства для формовки клейковины.
3. Шарик помещают в ёмкость с водой для отлёжки: для ручного способа отмывания – на 15 минут, для механизированного – на 10 минут.
4. Затем шарик помещают в середину столика прибора ИДК и проводят измерение, по окончании которого прибор выдаёт результат.

Необходимое оборудование:

- ✓ прибор для отмывания клейковины;
- ✓ измеритель деформации клейковины;
- ✓ лабораторные весы с точностью взвешивания 0,001 г.

6 СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА

Метод определения содержания белка изложен в ГОСТ 10846-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка». Определение массовой доли белка методом Кьельдаля.

Принцип метода. Последовательное проведение трёх операций: минерализации, отгонки и титрования.

Процедура.

Для проведения анализа методом Кьельдаля используют специальные комплексы аналитического оборудования, которые позволяют автоматизировать значительную часть процессов и сократить время проведения анализа.

Расчёт.

Для пересчёта на содержание белка количество азота, содержащегося в навеске, умножают на соответствующий коэффициент. Коэффициенты пересчёта выведены на основании процентного содержания азота в отдельных видах продуктов.

Необходимое оборудование:

- ✓ лабораторные весы с точностью взвешивания 0,001 г;
- ✓ блок озоления (дигестор);
- ✓ скруббер. Служит для выведения агрессивных газов, которые образуются в результате мокрого озоления;
- ✓ дистиллятор. Предназначен для отгонки образца после мокрого озоления;
- ✓ титровальная установка. Может быть ручной или автоматической;
- ✓ сушильный шкаф.

7 ЧИСЛО ПАДЕНИЯ (сек)

Методика определения числа падения указана в ГОСТ 27676-88 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения». Существует

ГОСТ ISO 3093-2016 «Зерно и продукты его переработки. Определение числа падения методом Хагберга – Пертена».

Число падения (ЧП) позволяет оценить уровень амилазной активности в зерне. Чем выше ЧП, тем устойчивее сорт к прорастанию зерна в колосе.

Принцип метода. Метод основан на измерении времени свободного падения шток-мешалки в клейстеризованной водно-мучной суспензии. При этом:

1. Суспензия клейстеризуется в результате нагревания во время перемешивания в кипящей водяной бане

2. Фермент альфа-амилаза расщепляет крахмал, снижая вязкость суспензии. Степень расщепления крахмала пропорциональна активности альфа-амилазы: чем выше активность, тем ниже будет вязкость

3. После 60 секунд перемешивания мешалку опускают с верхней части пробирки и измеряют время, необходимое для достижения дна. Это время, измеряемое в секундах, – число падения.

Процедура.

1. Подготовка образцов. При анализе зерна берут 300 г образца и измельчают в лабораторной мельнице с ситом 0,8 мм. При анализе муки берут репрезентативную выборку.

2. Взвешивание. $7,0 \pm 0,05$ г размолотого зерна или муки взвешивают и помещают в вискозиметрические пробирки. Количество муки может корректироваться, учитывая влажность образца.

3. Дозирование. $25 \pm 0,2$ мл дистиллированной воды добавляют в пробирку.

4. Встряхивание. Образец и воду смешивают энергичным встряхиванием пробирок до получения гомогенной суспензии.

5. Перемешивание. Вискозиметрические пробирки со вставленными шток-мешалками помещают в баню с кипящей водой и прибор запускается. Через 5 секунд автоматически начинается перемешивание образовавшейся в пробирках суспензии.

6. Измерение. Мешалки автоматически освобождаются в верхнем положении через 60 (5 + 55) секунд и падают вниз под собственным весом.

7. Определение числа падения. Общее время (в секундах) от начала работы прибора до момента, пока мешалка не упала на установленное расстояние, – это и есть «число падения».

Необходимое оборудование:

- ✓ мельница лабораторная;
- ✓ прибор для определения числа падения;
- ✓ лабораторные весы с точностью взвешивания 0,001 г.

8 СТЕКЛОВИДНОСТЬ (%)

Стекловидность зерна определяют по ГОСТ 10987-76. Согласно стандарту, применяются два метода: визуальный осмотр поперечного среза зерна и использование диафаноскопа.

Визуальный осмотр поперечного среза зерна.

Принцип метода. Из подготовленной навески зерна выделяют 100 целых зёрен и разрезают поперек по их середине. Срез каждого зерна просматривают и зерно в соответствии с характером среза относят к одной из трех групп: стекловидной, мучнистой, частично стекловидной, согласно следующей характеристике:

- стекловидное зерно – с полностью стекловидным эндоспермом;
- мучнистое зерно – с полностью мучнистым эндоспермом;
- частично стекловидное зерно – с частично мучнистым или частично стекловидным эндоспермом.

Процедура.

Зерна пшеницы с явно выраженными мучнистыми пятнами – «желтобочки» по внешнему виду без разрезания относят к частично стекловидным зернам.

Общую стекловидность зерна (O_c) в процентах вычисляют по формуле:

$$O_c = P_c + \frac{Ч_c}{2},$$

где P_c – количество полностью стекловидных зерен, шт.;

$Ч_c$ – количество частично стекловидных зерен, шт.

Использование диафаноскопа.

Принцип метода. Стекловидность зёрен выявляют путём просвечивания их на свету.

Процедура.

1. Подготовленное зерно высыпают на выносную пластину (кассету) прибора. На кассете есть 100 ячеек, и когда в каждую ячейку попадёт по одному зёрнышку, кассету помещают в диафаноскоп.

2. Каждый ряд с зёрнышками просматривают: стекловидное зерно хорошо просвечивается и почти не имеет тёмных вкраплений, мучнистое зерно тёмное, не просвечивается.

3. На нижнем табло диафаноскопа указывают процент общей стекловидности, на верхнем – процент полностью стекловидных зёрен.

Необходимое оборудование:

- ✓ разборная доска;
- ✓ шпатель;
- ✓ лезвие бритвы;
- ✓ диафаноскоп;
- ✓ лабораторные весы с точностью взвешивания 0,1 г.

9 ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ (*PUCCINIA RECONDITA*)

Принцип метода. Визуальная балльная оценка степени развития болезни (тип и интенсивность поражения) на листьях растений в полевых условиях или в контролируемых условиях инфекционного фона в соответствии со стандартизированными шкалами (например, шкала Кобба, шкала Петерсона).

Процедура.

1. Оценку бурой ржавчины проводить в фазу молочно-восковой спелости зерна на флаговом листе, а стеблевой – в период восковой или полной спелости зерна.

2. Осмотреть не менее 50 случайно выбранных растений с делянки.

3. Для каждого растения оценить тип реакции (иммунная, устойчивая, толерантная, восприимчивая) и степень развития болезни (% пораженной площади листа).

4. Рассчитать средний балл поражения для генотипа/сорта.

5. Зафиксировать данные с помощью фотографирования с эталонной шкалой.

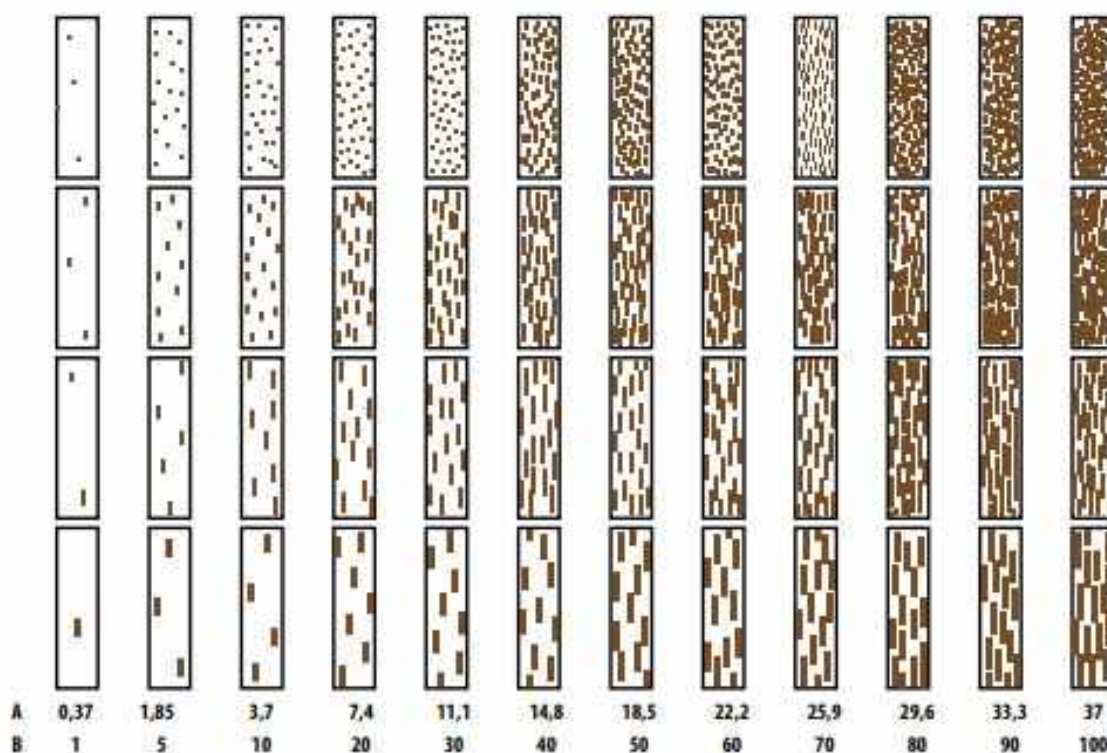


Рисунок 1 – Шкала для учета пораженности зерновых культур видами ржавчины

Примечание: А – фактическая площадь листа, покрытия спорами ржавчины, %; В – степень поражения ржавчиной по модифицированной шкале Кобба (Peterson et al., 1948; Roelfs et al., 1992).

Шкала оценки:

1 балл – иммунный (заболевание отсутствует);

2 балла – устойчивый (вместе пустул образуются четко выраженные хлорозные пятна, пораженность листьев до 5–10 %);

3 балла – среднеустойчивый (пустулы очень мелкие, окружены хлоротичной зоной, пораженность листьев не более 11–30 %);

4 балла – средневосприимчивый (пустулы мелкие, пораженность листьев до 31–50 %);

5 баллов – восприимчивый (пустулы крупные, пораженность листьев до 51–100 %).

Таблица – Шкала оценки стеблевой и желтой ржавчины (9-балльная шкала, модифицированная шкала Кобба)

Балл	Категория устойчивости	Процент поражения (ориентировочно), %	Описание поражения (визуальная картина)
0	Иммунный	0	Ни пустул, ни урединий, ни хлороза.
1	Очень высокая	<1	Единичные микроскопические пустулы, без спороношения.
2	Высокая	1-5	Единичные мелкие пустулы, окруженные хлоротичной или некротической зоной.
3	Умеренно высокая	6–10	Небольшое количество мелких пустул, некоторые со спороношением.
4	Средняя	11–20	Пустулы мелкие-средние, рассеянные, умеренное спороношение.
5	Умеренно низкая	21–30	Пустулы средние, могут сливаться. Хорошее спороношение.
6	Низкая	31–40	Многочисленные крупные пустулы, часто сливающиеся. Обильное спороношение.
7	Очень низкая	41–60	Крупные, сливающиеся пустулы, покрывают значительную часть органа. "Подтеки" спор. Ткань желтеет.
8	Чувствительный	61–80	Поражение очень сильное, покрывает большую часть листа/стебля. Ткань отмирает.
9	Очень чувствительный	81–100	Полное поражение. Орган (лист, стебель) некротизирован, усох. Массовое спороношение.



2 балла
(5–10 %)

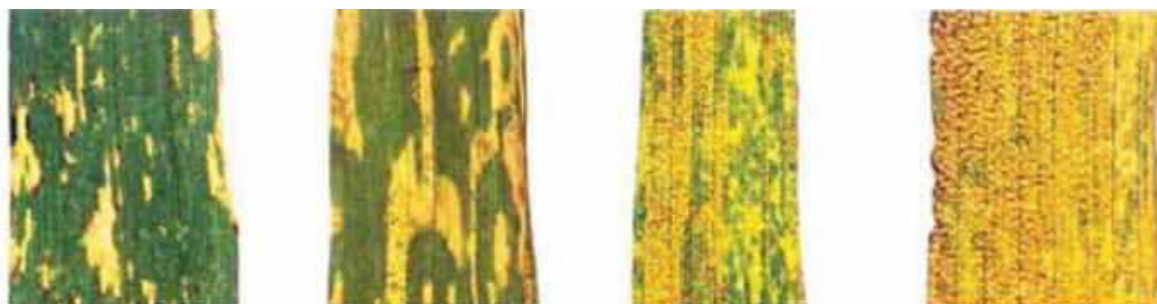
3 балла
(11–30 %)

4 балла
(31–50 %)

5 баллов
(51–100 %)



0 балл	1–3 балла	4–5 балла	6 баллов	7 баллов	8–9 баллов
0 %	(1–10 %)	(11–30 %)	(31–40%)	(41–60 %)	(61–100 %)



1–3 балла	4–6 баллов	7 балла	8–9 баллов
(1–10 %)	(11–40 %)	(41–60 %)	(61–100 %)

Рисунок 2 – Визуальная шкала для учета пораженности зерновых культур бурой, стеблевой и желтой ржавчиной

Необходимое оборудование – фотоаппарат/смартфон с макросъемкой.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ распечатанные стандартизированные цветовые шкалы для оценки болезней;
- ✓ планшет или блокнот для полевого ввода данных;
- ✓ эталонные образцы сортов с известной устойчивостью.

**10 ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К МУЧНИСТОЙ РОСЕ
(*BLUMERIA GRAMINIS*)**

Принцип метода. Визуальная балльная оценка типа реакции растения и степени развития мучнистой росы на листовой поверхности в полевых условиях или на искусственном инфекционном фоне. Оценка проводится в соответствии со стандартизированными шкалами, учитывающими процент пораженной площади и характер поражения.

Процедура.

1. Учёты нужно провести трижды за сезон: в фазу кущения (25–26), выхода в трубку (35–36) и флагового листа (43–45).

2. Отбирают пробы или проводят учёт поражённости растений на месте обычно через равные расстояния по диагонали поля.

3. Осмотреть не менее 50 случайно выбранных растений с делянки, оценивая поражение на верхних ярусах листьев (второй-третий лист сверху, включая флаговый лист).

4. Для каждого растения визуально оценить:

- тип реакции (иммунная, устойчивая, толерантная, восприимчивая) на основе характера развития гриба;
- интенсивность поражения (% пораженной площади листовой поверхности).

5. Рассчитать средний балл поражения для генотипа/сорта по шкале Э. Э. Гешеле.

6. Для документирования и повышения точности зафиксировать данные с помощью фотографирования пораженных органов с эталонной шкалой.

Шкала оценки:

0 баллов (иммунный) – симптомы заболевания отсутствуют;

1 балл (высокоустойчивый) – единичные, едва заметные некротические пятна или точки без спороношения или со слабым спороношением гриба. Поражено до 10 % площади листа;

2 балла (устойчивый) – некротические пятна или слабое спороношение в виде отдельных пятен. Поражено до 20 % площади листа;

3 балла (средневосприимчивый) – поражено до 30 % площади листа;

4 балла (средневосприимчивый) – поражено до 40 % площади листа;

5 баллов (средневосприимчивый) – умеренное спороношение, отдельные пятна могут сливаться, поражено 50 % площади листа;

6 баллов (сильновосприимчивый) – поражено 60 % площади листа;

7 баллов (сильновосприимчивый) – обильное спороношение, хорошо заметные обширные пятна, поражено 70 % площади листа. Грибница может покрывать стебель;

8 баллов (сильновосприимчивый) – поражено 80 % площади листа и стебля;

9 баллов (сильновосприимчивый) – обильное, сплошное спороношение, покрывающее большую часть листовой поверхности. Поражено более 90 % площади листа, наблюдается преждевременное усыхание и отмирание листьев.

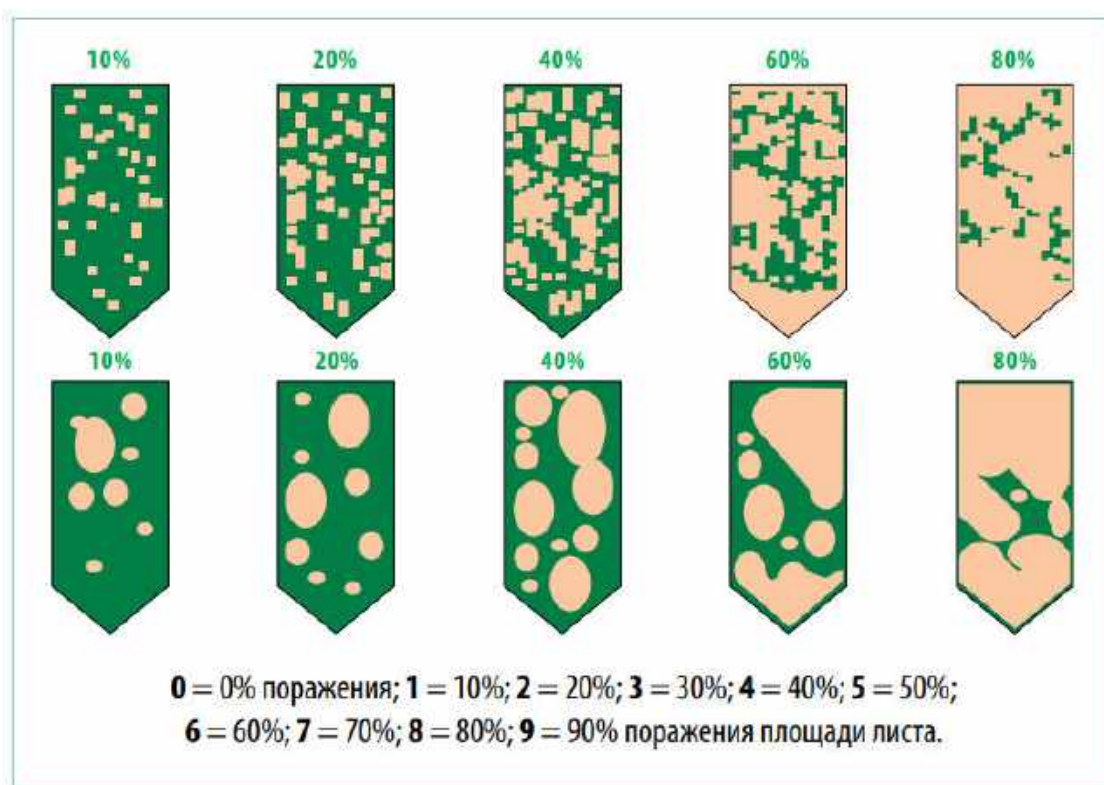


Рисунок 3 – Шкала учета интенсивности поражения мучнистой росой, пятнистостями и другими локальными заболеваниями (по Э. Э. Гешеле, 1971)

Необходимое оборудование – фотоаппарат или смартфон с макросъемкой для документирования симптомов.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ распечатанные стандартизированные цветовые шкалы и эталонные фотографии для оценки развития мучнистой росы;
- ✓ блокнот или планшет для полевого ввода данных с электронной формой для записи результатов;
- ✓ эталонные образцы (сорта-дифференциаторы) с известной и стабильной реакцией на мучнистую росу;
- ✓ лупа ручная (10х) для точной оценки типа реакции (наличие некрозов, характер спороношения).

11 ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К СЕПТОРИОЗУ (*ZYMOSEPTORIA TRITICI*)

Принцип метода. Визуальная балльная оценка степени развития септориоза на листьях в полевых условиях или на искусственном инфекционном фоне. Оценка проводится по стандартизированной шкале, учитывающей процент пораженной площади листовой пластинки и выраженность симптомов (пикниды), с акцентом на поражение верхних ярусов листьев.

Процедура.

1. Осмотреть не менее 50 случайно выбранных растений с делянки, уделяя внимание поражению на верхних ярусах (флаговый и подфлаговый листья).

2. Для каждого растения визуально оценить:

- тип реакции (иммунная, устойчивая, толерантная, восприимчивая) на основе характера развития гриба;
- интенсивность поражения (% пораженной площади листовой поверхности).

3. Рассчитать средний балл поражения для генотипа/сорта на основе процента пораженной площади флагового листа или колоса по шкале W. C. James.

4. Зафиксировать данные с помощью фотографирования с эталонной шкалой.

Шкала оценки:

1 балл (высокоустойчивый) – симптомы отсутствуют или единичные мелкие пятна без спороношения. Поражено до 1 % площади листа;

2 балла (устойчивый) – немногочисленные некротические пятна, часто с видимыми пикнидами в центре. Поражено 1–10 % площади листа;

3 балла (средневосприимчивый) – умеренное количество некротических пятен, некоторые из них сливаются. Пикниды хорошо заметны. Поражено 11–25 % площади листа;

4 балла (восприимчивый) – многочисленные некротические пятна, значительные участки слияний. Обильное спороношение. Поражено 26–50 % площади листа. Наблюдается пожелтение листа;

5 баллов (сильновосприимчивый) – обильные слияния некрозов, приводящие к полному отмиранию обширных участков листовой пластинки. Поражено более 50 % площади листа, часто наблюдается преждевременная гибель листа.

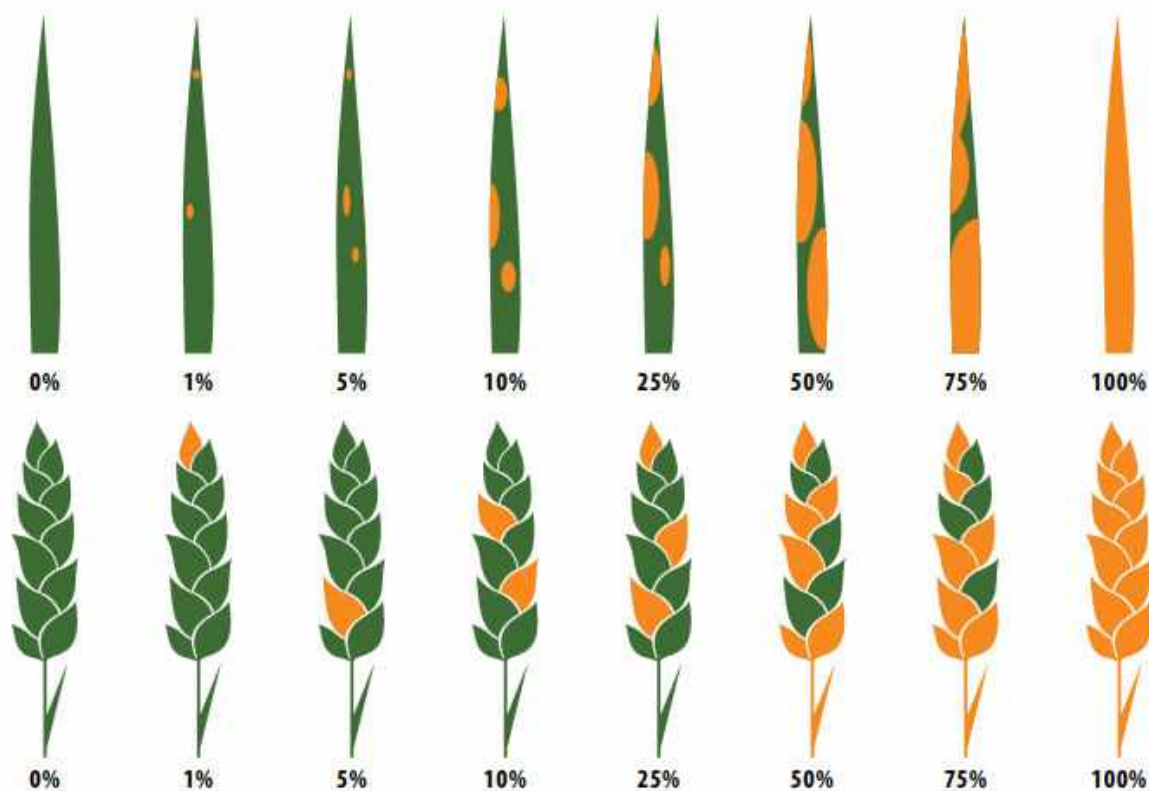


Рисунок 4 – Процент поражения поверхности листа и колоса септориозом (по W.C. James, 1971 или по Санину 2002)

Необходимое оборудование – фотоаппарат/смартфон с макросъемкой для документирования симптомов (важно зафиксировать пикниды).

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ распечатанные стандартизированные цветовые шкалы для оценки септориоза (например, шкала Saari-Prescott);
- ✓ планшет для полевого ввода данных;
- ✓ эталонные образцы сортов с известной устойчивостью;
- ✓ лупа ручная (10х-14х) для идентификации пикнид (черные точки в центре некрозов), что является ключевым диагностическим признаком.

12 ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К ФУЗАРИОЗУ КОЛОСА (*FUSARIUM SPP.*)

Принцип метода. Визуальная балльная оценка симптомов фузариозного поражения колоса после естественной или искусственной инфекции.

Учитывается процент пораженных колосков в колосе и визуальные симптомы (обесцвечивание, наличие мицелия или спороношения).

Процедура.

1. Оценку проводить в фазу восковой – полной спелости зерна, через 14–21 день после цветения, когда симптомы наиболее выражены.
2. С каждой делянки случайным образом отобрать не менее 30–50 колосьев.
3. Для каждого колоса визуально оценить:
 - процент пораженных колосков от общего числа колосков в колосе;
 - выраженность симптомов: наличие обесцвеченных (светло-коричневых, розоватых) колосков, розового или оранжевого спороношения гриба у основания колосковых чешуй.
4. Присвоить каждому колосу балл по шкале на основе процента пораженных колосков.
5. Рассчитать средний балл поражения для генотипа/сорта.

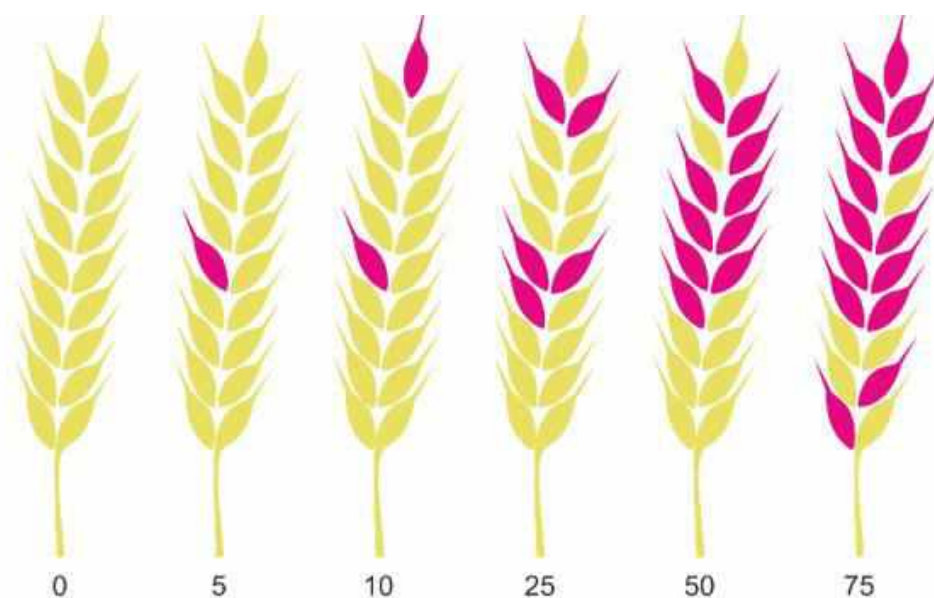


Рисунок 5 – Шкала для оценки степени поражения колоса фузариозом (в %)

Шкала оценки:

1 балл (высокоустойчивый) – симптомы отсутствуют или поражен 1 колосок. Поражено 0–5 % колосков;

2 балла (устойчивый) – поражены отдельные колоски. Поражено 5–10 % колосков;

3 балла (умеренно восприимчивый) – поражены отдельные колоски в нижней или средней части колоса. Поражено 10–25 % колосков;

4 балла (восприимчивый) – поражена значительная часть колоса, симптомы явно заметны. Поражено 26–50 % колосков;

5 баллов (сильновосприимчивый) – сильное поражение, охватывающее большую часть колоса, возможно наличие спороношения. Поражено 51–100 % колосков;

Необходимое оборудование – фотоаппарат/смартфон с макросъемкой.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ распечатанные эталонные фотографии колосьев с разной степенью поражения фузариозом;
- ✓ планшет или блокнот для полевого ввода данных;
- ✓ прочные бумажные пакеты для отбора проб колосьев и зерна;
- ✓ этикетки;
- ✓ лупа ручная (10х) для идентификации спороношения.

13 ОЦЕНКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ

Принцип метода. Комплексная оценка реакции растений на почвенную и атмосферную засуху, включающая полевые наблюдения за сохранностью урожая в засушливых условиях и лабораторные методы оценки физиологических показателей стресса.

Процедура.

Полевая оценка.

1. В период налива зерна (фаза молочной спелости) в условиях естественной засухи провести визуальную оценку растений.

2. Оценить следующие показатели по 9-балльной шкале:

- скручивание листьев;
- потеря тургора;
- ускоренное созревание (захват);
- щуплость зерна.

3. Рассчитать индекс засухоустойчивости (ИЗ) по формуле:

$$\text{ИЗ} = (\text{Урожайность в засушливых условиях} / \text{Урожайность в оптимальных условиях}) \times 100\%$$

Лабораторная оценка

Принцип метода. Оценка сортообразцов зерновых культур на устойчивость к засухе на фоне обработки семян растворами сахарозы с высоким осмотическим давлением.

Процедура.

Используемая методика искусственного моделирования засухи (ВИР, 1982 г.), включает проращивание семян в растворах сахарозы с режимами стрессового воздействия от 14 до 22 атмосфер, которые подбираются ежегодно по максимальной дифференцирующей амплитуде, так как напряжение стрессора меняется в зависимости от условий выращивания растений и культуры.

В качестве контроля используется дистиллированная вода. Диагностика засухоустойчивости осуществляется на 5-6 сутки после экспозиции в термостате по количеству наклюнувшихся семян в опыте по отношению к контролю.

Необходимое оборудование:

- ✓ термостат воздушный ХТ-3/70;
- ✓ аквадистиллятор электрический ДЭ-4М по ТУ 9452-001-23159878-2013;
- ✓ плита нагревательная ПЛК – 2822.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ бумага фильтровальная;
- ✓ линейка (50 см);

- ✓ сахара – $C_{12}H_{22}O_{11}$.

14 ОЦЕНКА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ

Принцип метода. Определение реакции сортов и линий зерновых культур на стрессовое воздействие хлорида натрия (NaCl).

Процедура.

Используемая методика искусственного моделирования засоления (ВИР, 1976 г.), включает обработку, предварительно обеззараженных, нистатином семян, 1,0-процентным раствором хлорида натрия (NaCl). В качестве контроля используется дистиллированная вода. Диагностика солеустойчивости осуществляется на 5–6 сутки после экспозиции в термостате по угнетению длины ростков по отношению к контролю.

Необходимое оборудование:

- ✓ термостат воздушный ХТ-3/70;
- ✓ аквадистиллятор электрический ДЭ-4М по ТУ 9452-001-23159878-2013.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ бумага фильтровальная;
- ✓ линейка (50 см);
- ✓ хлорид натрия – NaCl.

15 ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЮ

Принцип метода. Изучение устойчивости сортообразцов зерновых культур к анаэробному стрессу на фоне затопления семян в воде.

Процедура.

Используемая методика искусственного моделирования гипоксии растений путем затопления семян (ВИР, 1976 г.), включает затопление семян под слоем воды, не превышающем 3–4 см, в течение 3–4 суток в зависимости от культуры и последующего помещения их в термостат при температуре 20–22 °С на 5–6 суток. В качестве контроля используется вариант без

предварительного увлажнения. Устойчивость к вымоканию определяют по соотношению процента прорастания семян опытных вариантов к контрольным. Учитывается также количество нормально и ненормально проросших и загнивших семян в обоих вариантах.

Необходимое оборудование:

- ✓ термостат воздушный ХТ-3/70;
- ✓ аквадистиллятор электрический ДЭ-4М по ТУ 9452-001-23159878-2013.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ стакан химический (100 мл);
- ✓ бумага фильтровальная;
- ✓ линейка (50 см).

16 ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К ПОЛЕГАНИЮ

Принцип метода. Объективная оценка устойчивости стеблестоя к полеганию под действием ветра, дождя и массы колоса. Вместо субъективных баллов используется расчет угла наклона стебля от вертикали или измерение механической прочности стебля.

Процедура.

Сорта по устойчивости к полеганию оценивают в баллах, начиная с проявления этого признака и до уборки урожая. Оценку проводят в день полегания сортов или на следующий день, а затем через 5–10 дней (чтобы учесть особенности некоторых сортов подниматься).

Оценку устойчивости проводят по шкале:

- 5 баллов – неполегающие сорта;
- 4 балла – полегшие, но выпрямившиеся и полегшие в слабой степени;
- 3 балла – сорта со средней степенью полегания;
- 2 балла – сильно полегшие, затрудняющие машинную уборку;
- 1 балл – сильно полегшие задолго до уборки и непригодные к машинной уборке.

Наряду с оценкой полегания в баллах, по каждому сорту отмечают дату полегания и фазу вегетации растений, записывают при каких метеорологических условиях и густоте стеблестоя (изреженной, нормальной, загущенной) отмечено полегание сорта, как он оправлялся от полегания, тип (корневое, стеблевое и др.) и характер полегания (сплошное, пятнами, с различным наклоном растений и т. п.).

Альтернативная процедура (измерение прочности):

Процедура.

1. В фазу молочной спелости отобрать 10 типичных растений с каждой делянки.

2. Измерить прочность стебля в нижнем междоузлии с помощью динамометра.

3. Зафиксировать стебель на заданной высоте (например, 30 см от земли).

4. Приложить усилие динамометром перпендикулярно стеблю до его изгиба на 45 °.

5. Зафиксировать показание прибора (в Ньютонах, Н). Чем выше усилие, тем выше устойчивость к полеганию (F).

6. Измерить для каждого растения:

- ✓ высоту растения (H, см);
- ✓ длину колоса (Lк, см);
- ✓ массу зерна с колоса (m, г).

7. Расчет коэффициента полегания

Рассчитать коэффициент полегания (КП) по формуле:

$$\text{КП} = (H \times m) / (F \times (H - L_k))$$

Шкала оценки:

1 балл (очень высокая устойчивость) – КП < 0,15

2 балла (высокая устойчивость) – КП = 0,15–0,25

3 балла (средняя устойчивость) – КП = 0,26–0,40

4 балла (пониженная устойчивость) – КП = 0,41–0,60

5 баллов (низкая устойчивость) – КП > 0,60

Необходимое оборудование:

- ✓ динамометр (силомер). Ручной динамометр, цифровой или механический, с верхним пределом измерения не менее 50 Н (или 5 кгс) и ценой деления не более 0,1 Н (или 10 грамм-сил). Диапазон 50 Н (5 кгс) является избыточным для большинства злаковых культур, что гарантирует, что прибор не выйдет из строя при измерении даже очень прочного стебля. Точность 0,1 Н (10 грамм-сил) позволяет получать воспроизводимые и статистически значимые данные для различий между генотипами.
- ✓ Штатив для фиксации динамометра
- ✓ Угломер для контроля угла изгиба

Необходимые инструменты и принадлежности – полевая тетрадь или планшет для записи данных.

Альтернативная процедура 2

Принцип метода.

Вариант А. Оценка угла наклона стебля (индивидуальная оценка для селекционных делянок), когда важна оценка каждого растения.

1. На каждой площадке случайным образом выбирают 10–15 растений.
2. Электронный угломер прикладывают к основанию стебля (у земли).
3. Фиксируют угол отклонения стебля от вертикальной оси в градусах.
4. Записывают среднее значение угла для каждого растения.

Вариант Б. Оценка угла наклона (массовая оценка). Подходит для оценки делянки большей площади.

1. Над учетной площадкой кладут ровный жесткий предмет (линейка) длиной около 50–70 см, располагая его вдоль господствующего направления полегания.
2. Угломер устанавливают на этот предмет.
3. Фиксируют угол наклона растительного полога.

Для перевода объективных измерений в балльную шкалу можно использовать следующую градацию:

Таблица – Шкала оценки полегания по углу наклона

Балл полегания	Угол наклона от вертикали (в градусах)	Визуальная характеристика
1	0–15	Стоячий стеблестой. Растения практически вертикальны.
2	16–30	Слабое полегание. Слегка поникший вид.
3	31–45	Среднее полегание. Стебли имеют явный наклон.
4	46–60	Сильное полегание. Стебли лежат на междурядьях.
5	> 60	Очень сильное (полное) полегание. Стебли практически параллельны земле.

В отчете необходимо указать:

1. Дату и время оценки (влияет на тургор растений).
2. Погодные условия перед оценкой и в день оценки.
3. Культуру, сорт (номер), фазу развития.
4. Причину полегания (ветер, дождь, особенности сорта, действие ретарданта, другое).
5. Средний балл полегания и распределение площадок по шкале.

Необходимое оборудование – электронный угломер (инклинометр).

Необходимые инструменты и принадлежности – полевая тетрадь или планшет для записи данных.

Протокол учета устойчивости к фитопатогенам _____

сорт пшеницы

	Бурая ржавчина	Стеблевая ржавчина	Желтая ржавчина	Мучнистая роса	Септориоз листа и колоса	Фузариоз колоса
Шкала оценки:	1 б – иммунный 2 б – устойчивый 3 б – среднеустойчивый 4 б – средне-восприимчивый 5 б – восприимчивый	0 б – иммунный 1 б – очень высокая 2 б – высокая 3 б – умеренно высокая 4 б – средняя 5 б – умеренно низкая 6 б – низкая 7 б – очень низкая 8 б – чувствительный 9 б – очень чувствительный		1 б – высокоустойчивый 2 б – устойчивый 3-5 б – средневосприимчивый 6-9 б – сильновосприимчивый	1 б – высокоустойчивый 2 б – устойчивый 3 б – средневосприимчивый 4 б – восприимчивый 5 б – сильновосприимчивый	1 б – высокоустойчивый 2 б – устойчивый 3 б – умеренно восприимчивый 4 б – восприимчивый 5 б – сильновосприимчивый
Развитие болезни	1 б 0%	0 б 0%	5 б 21-30%	0 б 0% 5 б 50%	1 б <1%	1 б 0-5%
	2 б 5-10%	1 б <1%	6 б 31-40%	1 б 10% 6 б 60%	2 б 1-10%	2 б 5-10%
	3 б 11-30%	2 б 1-5%	7 б 41-60%	2 б 20% 7 б 70%	3 б 11-25%	3 б 10-25%
	4 б 31-50%	3 б 6-10%	8 б 61-80%	3 б 30% 8 б 80%	4 б 26-50%	4 б 26-50%
	5 б 51-100%	4 б 11-20%	9 б 81-100%	4 б 40% 9 б >90%	5 б >50%	5 б 51-100%
1-10						
11-20						
21-30						
31-40						
41-50						
	P= r=	P= r=	P= r=	P= r=	P= r=	P= r=

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 10842-89 «Зерно. Методы определения массы 1000 зерен и влажности»
2. ГОСТ 10840-2017 «Зерно. Метод определения натуры»
3. ГОСТ 10846-91. «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка»
4. ГОСТ 12136-77. «Зерно. Метод определения экстрактивности ячменя»
5. ГОСТ 27676-88 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения».
6. ГОСТ 29294-2014 «Солод пивоваренный. Технические условия».
7. ГОСТ 30483-97 «Зерно. Методы определения крупности»