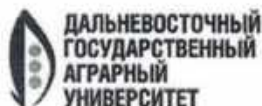


Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

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 631.527:633.16
ГРНТИ 68.35.35

УТВЕРЖДАЮ
Ректор



 Тихончук П. В.

«__» _____ 2025 г.

Сборник методик инструментальной фенотипической оценки
ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L. sensu lato)

Благовещенск
Москва
2025

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Заведующий лабораторией
первичного семеноводства
ярового ячменя, канд. с.-х. наук
ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»


подпись, дата

Ерошенко Л. М.

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


подпись, дата

Лаптина Ю.А.

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


подпись, дата

Соболева Е.В.

Научный сотрудник научно-
исследовательской лаборатории
селекции зерновых культур


подпись, дата

Терёхин Н.М.

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


подпись, дата

Куркова И.В.

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


подпись, дата

Колесникова Т.П.

Заведующий кафедрой общего
земледелия, растениеводства и
селекции ФГБОУ ВО
Дальневосточного ГАУ,
канд. с.-х. наук, доцент


подпись, дата

Тимошенко Э.В.

РЕФЕРАТ

Работа содержит: 56 страниц, 6 рисунков, 7 источников литературы.

Ключевые слова: фенотипирование, яровой ячмень, методика.

Цель работы: разработка и внедрение методик для количественной оценки фенотипических признаков ярового ячменя, включающих использование инструментальных средств для измерения различных морфологических и физиологических характеристик растений, что позволит повысить точность и повторяемость оценки сортов по признакам, важным для селекции; обеспечит стандартизацию методов и повысит эффективность оценки при выращивании ячменя. Определить морфологические особенности сортов с целью их дальнейшего использования в селекционной работе.

Методы. Представлены унифицированные протоколы оценки более 33 ключевых селекционно-значимых признаков, включая:

- | | |
|--|---|
| – урожайность с единицы площади; | – экстрактивность солода; |
| – количество продуктивных стеблей с единицы площади; | – вязкость; |
| – масса 1000 зерен; | – стекловидность; |
| – крупность зерна; | – показатели фрабиалимитра; |
| – пленчатость; | – влажность; |
| – натура зерна; | – кулинарная оценка крупы; |
| – способность зерна к прорастанию; | – оценка устойчивости к бурой ржавчине; |
| – содержание белка (метод Кьельдаля); | – выход крупы; |
| – экстрактивность зерна; | – оценка устойчивости к мучнистой росе; |
| – число падения; | – оценка устойчивости к пятнистостям; |
| – белок в солоде; | – оценка устойчивости к полеганию; |
| – число Кольбаха; | – оценка устойчивости к переувлажнению; |
| – аминный азот; | – оценка солеустойчивости; |
| – число Хартонга; | – оценка засухоустойчивости; |
| – цветность конгрессного сусла; | – выравненность зерна; |
| – время осахаривания; | – содержание бетаглюканов. |
| – диастатическая сила; | |

Результаты работы. Разработан комплекс взаимодополняющих методик, обеспечивающих точную, воспроизводимую и сравнительную оценку фенотипических признаков ячменя *Hordeum vulgare* L. sensu lato. 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.

Яровой ячмень используемый на пивоваренные цели должен отвечать требованиям ГОСТ-5060-2021. Требуется крупное выровненное зерно с низкой пленчатостью (8–9 %) и содержанием белка (9–12 %), высокими показателями крахмалистости (не менее 60 %), прорастаемости на 5-й день – не менее 90–95 %, экстрактивности (79–82 %), натуры – не менее 610 г/л.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Фенотипические признаки	6
2 Морфологические признаки.....	7
3 Урожайность с единицы площади.....	8
4 Структура урожая (количество продуктивных стеблей с единицы площади, высота растения, продуктивная кустистость, длина колоса, количество зерен в колосе, масса зерна с колоса).....	9
5 Масса 1000 зерен (г).....	16
6 Натура зерна (г/л)	17
7 Крупность.....	17
8 Пленчатость	18
9 Способность зерна к прорастанию	20
10 Содержание белка (метод Кьельдаля).....	211
11 Экстрактивность зерна.....	244
12 Содержание белка в солоде, %.....	26
13 Число Кольбаха (отношение белок: экстракт), %	27
14 Содержание аминного азота, %	277
15 Число Хартона (отношение аминный азот : общий азот), %	288
16 Цветность конгрессного сусла, ед. ЕВС	29
17 Время осахаривания, мин	2929
18 Диастатическая сила, ед. WK (Виндиш-Кольбах)	300
19 Экстрактивность солода, %.....	31
20 Содержание бета-глюканов, %.....	311
21 Определение кислотности сусла.....	32
22 Число падения (сек)(только для образцов на солодоращение).....	33
23 Стекловидность, %.....	344
24 Определение рыхлости (стекловидности) солода на приборе Friabilimeter	355
25 Влажность солода, %	35
26 Выравненность зерна.....	36
27 Выход крупы	377

28 Кулинарная оценка крупы	37
29 Оценка устойчивости к бурой ржавчине (<i>Puccinia recondita</i>)	388
30 Оценка устойчивости к мучнистой росе (<i>Blumeria graminis</i>).....	422
31 Оценка устойчивости к пятнистостям	44
32 Оценка засухоустойчивости.....	488
33. Оценка солеустойчивости	49
34 Оценка устойчивости к переувлажнению	5050
35 Оценка устойчивости к полеганию	511
Библиографический список	566

1 ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ

У ячменя различают три фазы спелости зерна: молочную, восковую и полную. Переходя от одной фазы спелости в другую, в зерне постепенно повышается удельная масса сухого вещества и снижается содержание воды.

Молочная спелость.

Наступает через 10–15 дней после цветения и длится 10–12 дней. Некоторые признаки:

- к концу фазы зерно достигает максимальных размеров, его влажность – 40–60 %;
- растения и зерно – зелёного цвета;
- в этой фазе отмирают нижние листья, на остальных начинают появляться жёлтые полосы и пятна;
- при сдавливании зерна в молочной спелости выделяется жидкость белого цвета;
- в молочной спелости происходит интенсивное пополнение клеток эндосперма крахмалом, зародыш развит, но рост его продолжается.

Восковая спелость.

Наступает через 10–15 дней после наступления молочной спелости. Некоторые признаки:

- растения приобретают жёлтый цвет, зеленоватый оттенок сохраняется только у верхних двух-трёх стеблевых узлов;
- зерно мягкое, режется ногтем, его влажность снижается до 20–25 %;
- отток питательных веществ в зерновку прекращается;
- зерно полностью сформировано, зародыш не растёт;
- продолжительность фазы восковой спелости – 8–12 дней.

Полная спелость.

Наступает при подсыхании зерна. Некоторые признаки:

- зерно твердеет, теряет влагу до 14–16 %
- листья и стебли полностью отмирают

– у пленчатых форм ячменя зерно крепко склеивается с цветочными чешуями, а у голозёрных форм в это время, наоборот, происходит отделение зерна от плёнки

При сухой и жаркой погоде переход от восковой к полной спелости осуществляется за 3–4 дня.

Важно: с наступлением полной спелости в зерне ещё продолжаются физиологические и биохимические процессы. Зерно некоторых сортов в отдельные неблагоприятные годы в этот период обладает пониженной всхожестью, технологическими и пивоваренными качествами, так как в нём ещё не закончился период послеуборочного дозревания.

2 МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ

В зависимости от количества плодоносящих колосков на уступе колосового стержня различают два вида колоса ячменя: многорядный и двурядный.

Многорядный ячмень имеет на каждом уступе колосового стержня по три нормально развитых плодоносящих колоска. Многорядный ячмень делят на две группы:

- 1) правильно шестирядный, или шестигранный;
- 2) неправильно шестирядный, или четырехгранный.

У правильно шестирядного ячменя благодаря большой плотности колоса все три колоска, прикрепленные к одному членику стержня, образуют правильные вертикальные ряды с колосками, расположенными над ними. С каждой стороны колоса образуются по три правильных вертикальных ряда колосков. Всего в колосе шесть таких рядов. В поперечном разрезе колос шестирядного ячменя образует правильную шестилучевую форму.

У неправильно шестирядного, или четырехгранного, ячменя колос более рыхлый, то есть членики стержня длиннее и между колосками имеются большие просветы. Боковые колоски заходят друг на друга, средние колоски более

развиты, чем боковые. Колос имеет две широкие грани с лицевой стороны и две узкие – с боковой; в поперечном разрезе образует четырехугольник.

Двурядный ячмень также имеет на каждом уступе колосового стержня по три колоска. Но из этих колосков развиваются и нормально плодоносят только средние. Боковые же колоски остаются бесплодными и часто редуцированы. В результате редукции боковых колосков с каждой стороны колосового стержня образуется по одному вертикальному ряду развитых колосков (зёрен), то есть в колосе – два ряда. Отсюда и название – двурядный ячмень.

Одним из признаков разновидностей ячменя является плотность колоса. По данному признаку различают два типа колоса – плотный и рыхлый. Плотный – когда на 4 см длины колосового стержня приходится более 15–18 члеников, а рыхлый – 7–14 члеников колосового стержня.

Колос остистый или безостый, с лопастными или фуркатными придатками. Ости – прямые или извилистые. По характеру они бывают зазубрены по всей длине, или только в отдельных местах, или гладкие.

По величине различают ости:

- длинные (не меньше, чем в 1,5 раза длиннее колоса);
- средние (длиннее колоса не больше чем в 1,5 раза);
- короткие (такие же, как колос или короче).

Ости могут быть расположены на всех колосках, только на средних, или на боковых.

Окраска колоса – желтая или черная, однако имеются разновидности ячменя с оранжевой, красной и серой окраской колоса.

3 УРОЖАЙНОСТЬ С ЕДИНИЦЫ ПЛОЩАДИ

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 по формуле (3.1):

$$S = a \times b \quad (3.1)$$

где S – площадь делянки, m^2 ;

a – длина делянки, m ;

b – ширина делянки, m .

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

3. Взвесить собранное зерно с делянки (масса сырого зерна, kg).

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

5. Рассчитать урожайность при стандартной влажности (для зерновых – 14 %) по формуле (3.2):

$$\text{Урожайность (т/га)} = [\text{масса сырого зерна (кг)} \times (100 - W) / (100 - 14)] / [S (m^2) / 10000] \quad (3.2)$$

Необходимое оборудование – полевой комбайн с функцией взвешивания.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ лабораторные весы;
- ✓ полевой влагомер зерна;
- ✓ рулетка или мерная лента для измерения площади убранных делянок;
- ✓ мешки для сбора урожая;
- ✓ этикетки.

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

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 числа продуктивных стеблей

1. На каждой учетной делянке (двукратная повторность) в фазу полных всходов разместить рамку площадью 1 м². Подсчитать число всходов (шт./м²).
2. В фазу полной спелости убрать с корнями все растения с учётных делянок (S=1м²) для анализа структуры урожая. Подсчитать все стебли, имеющие сформировавшиеся и нормально развитые колосья (продуктивные стеблестои).
3. Повторить процедуру не менее чем в 3–4 местах на делянке.
4. Рассчитать среднее число продуктивных стеблей на 1 м² и на 1 га по формулам (4.1) и (4.2) соответственно:

$$\text{Число стеблей/м}^2 = (\text{Сумма стеблей со всех учетных площадок}) / (\text{Количество учетных площадок} \times \text{Площадь одной площадки (м}^2\text{)}) \quad (4.1)$$

$$\text{Число стеблей/га} = \text{Число стеблей/м}^2 \times 10\,000 \quad (4.2)$$

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

1. С учетных делянок (S=1 м²), 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 по формулам (4.3) и (4.4):

$$\text{Среднее число зерен в колосе} = (\text{Сумма зерен со всех колосьев}) / (\text{Количество колосьев}) \quad (4.3)$$

$$\text{Средняя масса зерна с колоса (г)} = (\text{Сумма массы зерна со всех колосьев}) / (\text{Количество колосьев}) \quad (4.4)$$

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

Необходимые инструменты:

- ✓ 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 провести по формуле (4.5):

$$\bar{x} = \Sigma x_i / n \quad (4.5)$$

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

Σx_i – сумма значений высот всех измеряемых растений;

n – количество измерений.

8. Определить стандартное отклонение с использованием формулы (4.6).

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

$$s = \sqrt{[\Sigma(x_i - \bar{x})^2 / (n - 1)]} \quad (4.6)$$

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

Σ – знак суммирования;

x_i – каждое отдельное значение в выборке;

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

n – количество значений в выборке;

$\sqrt{}$ – квадратный корень.

9. Определить коэффициент вариации (CV) с использованием формулы (4.7).

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.

$$CV = (s / \bar{x}) \times 100 \% \quad (4.7)$$

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

$\bar{x}$ – средняя арифметическая высота растений.

Градация:

– 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:

1-е измерение – фаза кущения;

2-е измерение – фаза выхода в трубку;

3-е измерение – фаза колошения/цветения;

4-е измерение – 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 линейки.

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 «Определению 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 (плодоносящих) 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 трехкратной или четырехкратной 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 одно 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 (м²):

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

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

S – общая площадь учетных площадок (м²).

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 м².

Необходимые инструменты и принадлежности:

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

5 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 две навески по 500 целых полноценных зерен (для последующего пересчета на 1000) или 1000 зерен, если используется счетчик семян. В случае расхождения веса навесок более чем на 0,01 г отсчитывают третью навеску. К зачёту принимают две навески, не отличающиеся по весу более чем на 0,01 г.

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

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

$$M_{1000} = [\text{Масса навески при фактической влажности (г)} \times (100 - W) / (100 - 14)] \times (1000 / N) \quad 4.8$$

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

Необходимое оборудование:

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

Необходимые инструменты и принадлежности:

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

6 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 натуры считывается 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.

7 КРУПНОСТЬ

Крупность зерна – показатель, который характеризует размер зёрен, их однородность по размерам. Крупность влияет на технологические свойства зерна: однородность партии, эффективность помола, качество муки и других продуктов переработки. Для определения крупности зерна используют ситовой

анализ – просеивание навески через набор сит с отверстиями определённой формы и размеров.

Принцип метода. Навеску зерна просеивают через сита. О размерах зёрен судят по величине остатков на каждом сите.

Для ячменя крупность определяют, как отношение массы зёрен – схода с сита с отверстиями размером $2,5 \times 20$ мм к массе основного зерна анализируемой навески, выраженное в процентах.

Процедура.

1. Подготовка пробы – навеску выделяют вручную или на делителе из среднего образца зерна, предварительно очищают от крупной примеси

2. Просеивание – навеску помещают на верхнее сито и просеивают через весь набор сит.

3. Взвешивание остатков – после завершения просеивания взвешивают остатки на каждом сите. Сумма всех остатков не должна отличаться от первоначальной массы навески более чем на 1 %.

4. Расчёт частных и полных остатков – частные остатки рассчитывают, как отношение массы остатка на каждом сите к общей массе навески, выраженное в процентах, полные остатки – как сумма частных остатков на данном сите и всех ситах с большими размерами отверстий

5. Оформление результатов – результаты оформляют в виде таблицы с указанием размеров сит, частных и полных остатков

Необходимое оборудование:

- ✓ анализаторы крупности зерна;
- ✓ делители зерна.

Необходимые инструменты и принадлежности – лабораторные сесевы.

8 ПЛЕНЧАТОСТЬ

Пленчатость зерна ячменя играет положительную роль при фильтровании сусла, обуславливая пористость фильтрующего слоя дробленного солода.

Следовательно, пленчатость – важный физический показатель качества ячменя, который необходимо учитывать при подборе сортов ячменя для пивоварения. Для пивоваренного ячменя она должна быть в пределах 7...10 %.

Принцип метода. Метод определения пленчатости по ГОСТ 10843-76. Настоящий стандарт распространяется на зерно гречихи, проса, овса и риса и устанавливает метод определения пленчатости. Сущность метода заключается в отделении пленок и вычислении их процентного содержания по отношению к массе необрушенного зерна.

Процедура.

1. Из средней пробы выделяют навеску: овса, гречихи, риса, ячмень – массой 50 г, проса – массой 25 г.

2. Выделенную навеску зерна освобождают от сорной и зерновой примесей; овес, кроме того, освобождают от мелких зерен в соответствии с характеристикой по ГОСТ 28673-90;

3. У остистого риса обламывают ости. Оставшееся зерно смешивают и берут две навески целых зерен:

- при обрушивании вручную: гречихи и ячменя – массой по $2,5 + 0,01$ г,
- риса и овса – массой по $5 + 0,01$ г.

4. Отделение пленок на шелушителе.

Отделение пленок с зерен на шелушителе осуществляют в соответствии с прилагаемой к нему инструкцией.

Оставшиеся после отделения пленок на шелушителе единичные необрушенные зерна обрушивают вручную.

При применении шелушителей, не обеспечивающих разделение пленок и обрушенных зерен, эту операцию проводят вручную

5. Отделение пленок вручную.

– Навеску зерна помещают в фарфоровую ступку и, слегка надавливая на зерно пестиком и вращая его, отделяют пленки, избегая раздавливания зерен. Для лучшего отделения пленок пестик обтягивают тонкой металлической сеткой. Такую же сетку кладут на дно ступки.

- Для облегчения отделения пленок полученный после шелушения продукт просеивают через сита с отверстиями размером: для проса и ячменя – 1,4 x 20 или 1,2 x 20 мм; для риса – 2,2 x 20 или 1,8 x 20 мм.
- Оставшиеся необрушенные зерна отделяют от обрушенных, помещают в ступку и шелушат до полного обрушивания.
- Аналогично поступают со второй навеской.
- Полученные в результате механического или ручного шелушения пленки взвешивают до сотых долей грамма.

6. Показатель пленчатости выражают в процентах по отношению к массе взятой навески. Для этого полученную после взвешивания массу пленок при исходной массе навески 2,5 г умножают на 40, при массе 5 г – на 20 и при массе навески 10 г – на 10.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ весы лабораторные;
- ✓ шелушитель;
- ✓ сита с отверстиями размером: 1,4 x 20 или 1,2 x 20 мм – для проса, 2,2 x 20 или 1,8 x 20 мм – для риса;
- ✓ шпатель;
- ✓ совочек;
- ✓ пинцет;
- ✓ ступка фарфоровая с пестиком.

9 СПОСОБНОСТЬ ЗЕРНА К ПРОРАСТАНИЮ

Способность зерна ячменя к прорастанию – важный показатель качества, который используется в пивоваренном производстве для контроля пригодности зерна для производства солода.

Принцип метода. Метод основан на подсчёте проросших зёрен в течение двух периодов: через 72 часа (энергия прорастания) и через 120 часов (способность прорастания). Проросшими считают зёрна с не вышедшими за пределы покровов ростками и (или) корешками.

Процедура.

1. Определение проводят в лаборатории при температуре $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.
Некоторые этапы процедуры:

2. Каждую аналитическую пробу помещают в воронку, закрывают зажим на резиновой трубке и заливают водой температурой $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ так, чтобы уровень воды был на 1,5–2 см выше поверхности зерна.

3. Зерно в воронке перемешивают стеклянной палочкой, чтобы дать возможность осесть всплывшим зёрнам.

4. Через 4 часа зажим открывают и сливают из воронки воду.

5. При определении энергии прорастания зерно через 72 часа из воронки высыпает на разборную доску и подсчитывают количество не проросших зёрен.

6. При определении способности прорастания подсчитывают зёрна, не проросшие за 72 часа, которые снова помещают в воронку, заливают водой при открытом зажиме и оставляют ещё на 48 часов под стеклянной крышкой.

7. Через 120 часов после начала определения подсчитывают количество не проросших зёрен для определения способности прорастания. При необходимости определения только способности прорастания количество не проросших зёрен подсчитывают один раз через 120 часов после начала определения.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- ✓ стеклянная воронка диаметром 100 мм;
- ✓ стеклянная крышка (чашка Петри) диаметром 150 мм
- ✓ лабораторная фильтровальная бумага.

10 СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА (МЕТОД КЬЕЛЬДАЛЯ)

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.

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.

Определение количества белка с учетом спектроскопии в ближайшей инфракрасной области ГОСТ Р 71208-2024.

Сущность экспресс-метода спектроскопии в ближней инфракрасной области заключается в измерении интенсивности оптического излучения, диффузно отраженного от исследуемой пробы зерна, расчете спектральных коэффициентов и определении на их основе показателей влажности, массовой доли белка и количества клейковины, выражаемых в процентах.

Отбор проб – по ГОСТ 13586.3 выделяют пробу зерна массой (300 ± 1) г. Пробу зерна очищают от сорной примеси по ГОСТ 30483, кроме испорченных зерен пшеницы, ржи, полбы, тритикале, ячменя, фузариозных зерен. Зерно размалывают на лабораторной мельнице в течение времени, указанного в эксплуатационной документации на мельницу, до необходимой крупности (проход сита номер 08 должен быть не менее 85 %). Размолотую пробу зерна помещают в емкость, заполнив ее на 2/3 объема, и тщательно перемешивают.

Определение крупности помола проводят с использованием просеивания размолотого зерна вручную через сито в течение 3 мин или на лабораторном расसेве с частотой колебаний 120 об/мин в соответствии с руководством (инструкцией) по его эксплуатации. Если проход сита номер 08 составляет менее 85 %, то осуществляют дополнительный размол продуктов, оставшихся на сите, и проводят повторное определение крупности помола.

Непосредственно перед измерением анализируемую пробу тщательно (10–15 раз) перемешивают в емкости встряхиванием.

Проведение измерений.

Кювету равномерно заполняют анализируемой пробой не менее чем на 2/3 ее объема по всей поверхности, исключая образования пустот на дне. На наружной поверхности дна кюветы и на оптическом окне прибора не должно быть частиц исследуемой пробы.

Кювету с образцом устанавливают в специальное устройство измерения.

Проводят определение в соответствии с руководством (инструкцией) по эксплуатации инфракрасного анализатора.

Обработка результатов измерений.

Численное значение показателей качества зерна (влажности, массовой доли белка, количество клейковины) выводится на дисплей прибора или на экран персонального компьютера.

За окончательный результат измерений каждого показателя принимают среднеарифметическое значение трех независимых результатов измерений каждого показателя, выполненных в условиях повторяемости, если выполняются условия приемлемости:

$$|X_{max} - X_{min}| \leq r$$

где X_{max} – максимальный результат измерений, %;

X_{min} – минимальный результат измерений, %;

r – значение предела повторяемости, %.

Если полученное значение превышает предел повторяемости r , то выясняют причины превышения предела повторяемости и устраняют их.

Результат измерений каждого показателя представляют в виде:

$$X \pm \Delta\%, P = 0,95$$

где X – результат измерений каждого показателя, %;

P – границы абсолютной погрешности результата измерений, %.

Числовое значение результата измерений должно оканчиваться цифрой того же разряда, что и значение показателя точности метода (границы абсолютной погрешности).

Расхождение между результатами первоначального и контрольного определений должно быть не более:

- по влажности – 0,5 %;
- массовой доли белка, в пересчете на сухое вещество, – 0,6 %;
- количеству клейковины (для пшеницы) – 2,0 %.

При контрольном определении за окончательный результат определения принимают результат первоначального определения, если расхождение между результатами контрольного и первоначального определений не превышает допускаемого значения. Если расхождение превышает допускаемое значение, то за окончательный результат испытания принимают результат контрольного определения.

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;
- ✓ инфракрасный анализатор.

11 ЭКСТРАКТИВНОСТЬ ЗЕРНА

Экстрактивность зерна ячменя – это количество сухих веществ, способных перейти в растворимое состояние под действием ферментов солода. Метод определения экстрактивности ячменя установлен ГОСТ 12136-77 «Зерно. Метод определения экстрактивности ячменя».

Принцип метода. Экстрактивность зерна ячменя определяют настойным методом с применением солодовой вытяжки. Для приготовления вытяжки навеску сухого солода размалывают, заливают дистиллированной водой и

оставляют на 2 часа при комнатной температуре, периодически размешивая, после чего фильтруют через бумажный складчатый фильтр.

Процедура.

1. Подготовка навески. Из средней пробы ячменя выделяют навеску массой около 120 г, очищают от сорной примеси (кроме испорченных зёрен) и размалывают на лабораторной мельнице. Проход через сито из металлической сетки № 056 при просеивании размолотого ячменя должен составлять не менее 85 %. Если проход через сито менее 85 %, сход с сита дополнительно размалывают до получения суммарного прохода через сито не менее 85 %.

2. Отбор навесок. После тщательного перемешивания отбирают две навески массой по $(50 \pm 0,1)$ г каждая и помещают их в предварительно взвешенные два стакана заторного аппарата.

3. Проведение испытания. В каждый заторный стакан с навесками размолотого ячменя наливают по 200 см солодовой вытяжки.

4. Определение относительной плотности конечного фильтрата. По окончании фильтрации определяют относительную плотность конечного фильтрата пикнометром при $(20 \pm 0,1)$ °С и по таблице устанавливают соответствующую массовую долю экстракта.

5. Обработка результатов. Экстрактивность ячменя (при фактической влажности зерна) (E_1) в процентах вычисляют по формуле:

$$E_1 = \frac{e(899,64 + W) - 400 \times K + 36}{100 - e}$$

где e – массовая доля экстракта конечного фильтрата, %;

K – объемная доля экстракта солодовой вытяжки (массовая доля экстракта вытяжки, умноженная на относительную плотность вытяжки), %;

W – влажность размолотого ячменя, %;

899,64; 400; 36 – постоянные расчетные величины

Экстрактивность ячменя (в пересчёте на сухое вещество) (E_2) в процентах вычисляют по формуле:

$$E_2 = \frac{E_1 \times 100}{100 - W}$$

Все вычисления производят до сотых долей процента с последующим округлением результата до десятых долей процента.

Необходимое оборудование:

- ✓ лабораторная мельница типа У1-ЕМЛ или ЛЗМ;
- ✓ лабораторные весы с точностью измерения $\pm 0,001$ г;
- ✓ сито из тканой сетки № 056;
- ✓ аппарат заторный.

12 СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В СОЛОДЕ, %

Принцип метода. Определение массовой доли общего азота в солоде методом Кьельдаля с последующим пересчетом на содержание белка с использованием коэффициента 6,25. Метод основан на минерализации органического вещества концентрированной серной кислотой при нагревании в присутствии катализатора, переводе азота в сульфат аммония, последующей отгонке аммиака и титровании.

Процедура.

1. Размолоть среднюю пробу солода до однородной консистенции.
2. Взвесить на аналитических весах навеску солода массой около 1 г (с точностью до 0,001 г) и перенести в колбу для минерализации.
3. Добавить катализатор (смесь сульфата калия и сульфата меди) и 20–25 см³ концентрированной серной кислоты.
4. Провести минерализацию на дигесторном блоке до получения прозрачного раствора.
5. Охладить, количественно перенести в аппарат Кьельдаля, добавить избыток щелочи и провести отгонку аммиака в приемную колбу с борной кислотой.
6. Отогнанный аммиак оттитровать раствором серной или соляной кислоты.
7. Рассчитать массовую долю азота и белка:

$$\text{Азот, \%} = ((V - V_{\square}) \times K \times 0.0014 \times 100) / m$$

$$\text{Белок, \%} = \text{Азот, \%} \times 6,25$$

где V – объем кислоты, пошедший на титрование пробы, см^3 ;

$V_{\square}$ – объем кислоты на титрование холостой пробы, см^3 ;

K – поправочный коэффициент к титру кислоты;

m – масса навески, г;

0,0014 – масса азота, соответствующая 1 см^3 0,1 н. раствора кислоты, г.

Необходимое оборудование:

- ✓ аналитические весы;
- ✓ дигестор (блок минерализации);
- ✓ дистиллятор (аппарат Кьельдаля);
- ✓ титровальная установка.

13 ЧИСЛО КОЛЬБАХА (ОТНОШЕНИЕ БЕЛОК: ЭКСТРАКТ), %

Принцип метода. Число Кольбаха – расчетный показатель, характеризующий соотношение между содержанием белка и экстрактивных веществ в солоде. Отражает потенциальную степень растворения белка и его влияние на пенообразование и полноту вкуса пива.

Процедура.

1. Определить содержание белка в солоде;
2. Определить экстрактивность солода в сухом веществе;
3. Рассчитать число Кольбаха по формуле:

$$\text{Число Кольбаха, \%} = (\text{Содержание белка в солоде, \%} / \text{Экстрактивность солода в с.в., \%}) \times 100.$$

14 СОДЕРЖАНИЕ АМИННОГО АЗОТА, %

Принцип метода. Определение содержания низкомолекулярных азотистых соединений (аминокислот, пептидов), необходимых для питания дрожжей. Метод основан на реакции α -аминогрупп с нингидрином или формальдегидом (метод формольного титрования).

Процедура.

1. Приготовить водную вытяжку из размолотого солода.
2. В аликвоту вытяжки добавить нейтрализованный формалин для блокирования аминогрупп.
3. Провести титрование полученного раствора щелочью в присутствии индикатора фенолфталеина до появления розовой окраски.
4. Рассчитать содержание аминного азота по формуле, учитывая объем щелочи, пошедший на титрование и молярность раствора щелочи.

Необходимое оборудование:

- ✓ аналитические весы;
- ✓ мерные колбы и пипетки;
- ✓ бюретка;
- ✓ рН-метр (для большей точности).

15 ЧИСЛО ХАРТОНГА

(ОТНОШЕНИЕ АМИННЫЙ АЗОТ : ОБЩИЙ АЗОТ), %

Принцип метода. Число Хартонга – расчетный показатель, характеризующий степень растворимости белков и протеолитическую активность солода. Показывает, какая доля от общего азота представлена легкоусвояемыми для дрожжей азотистыми соединениями.

Процедура.

1. Определить содержание общего азота.
2. Определить содержание аминного азота.
3. Рассчитать число Хартонга по формуле:

$$\text{Число Хартонга, \%} = (\text{Аминный азот, \%} / \text{Общий азот, \%}) \times 100$$

16 ЦВЕТНОСТЬ КОНГРЕССНОГО СУСЛА, ЕД. ЕВС

Принцип метода. Измерение интенсивности окраски прозрачного фильтрата конгрессного сусла (полученного по стандартной методике затирая) с помощью фотометра или визуального сравнения со стеклянными эталонами. Метод стандартизирован Европейской пивоваренной конвенцией (ЕВС).

Процедура.

1. Приготовить конгрессное сусло по стандартной методике (затирание 50 г солода с 200 см³ воды по определенному температурному профилю с последующей фильтрацией).
2. Полученное сусло профильтровать до прозрачности.
3. Измерить оптическую плотность фильтрата в кювете с длиной оптического пути 10 мм при длине волны 430 нм на спектрофотометре.
4. Рассчитать цветность по формуле:

$$\text{Цветность (ед. ЕВС)} = \text{Оптическая плотность} \times 25$$

Необходимое оборудование:

- ✓ мельница для солода;
- ✓ заторный аппарат (конгресс-аппарат);
- ✓ спектрофотометр;
- ✓ кюветы на 10 мм.

17 ВРЕМЯ ОСАХАРИВАНИЯ, МИН

Принцип метода. Определение времени, необходимого ферментам солода (в первую очередь, α -амилазе) для полного осахаривания крахмала в лабораторных условиях. Метод основан на реакции йода с крахмалом – неосахариванный крахмал дает синее окрашивание.

Процедура.

1. Приготовить водную суспензию размолотого солода.
2. Поместить суспензию на водяную баню при температуре 70 °С.

3. С интервалом в 1 минуту отбирать пробы и смешивать с каплей раствора йода на капельной пластинке.

4. Зафиксировать время, когда проба перестанет давать синее, фиолетовое или красное окрашивание (отрицательная йодная проба).

Необходимое оборудование:

- ✓ водяная баня с терморегулятором;
- ✓ секундомер;
- ✓ капельная пластинка;
- ✓ пипетки.

18 ДИАСТАТИЧЕСКАЯ СИЛА, ЕД. WK (ВИНДИШ-КОЛЬБАХ)

Принцип метода. Оценка суммарной активности амилолитических ферментов (α - и β -амилаз) солода, способных осахаривать крахмал. Метод основан на измерении количества продуктов осахаривания (мальтозы), образующихся при инкубации солодовой вытяжки с раствором крахмала в стандартных условиях.

Процедура.

1. Приготовить вытяжку из размолотого солода.
2. Инкубировать вытяжку с раствором растворимого крахмала при 20 °C в течение 30 минут.
3. Остановить реакцию кипячением.
4. Определить концентрацию образовавшейся мальтозы титриметрическим или спектрофотометрическим методом.
5. Рассчитать диастатическую силу, выражая ее в граммах мальтозы, осахарившейся 100 г солода за 1 час при 20 °C.

Необходимое оборудование:

- ✓ термостат;
- ✓ спектрофотометр или бюретка для титрования;
- ✓ аналитические весы.

19 ЭКСТРАКТИВНОСТЬ СОЛОДА, %

Принцип метода. Определение массовой доли сухих веществ, переходящих в раствор при стандартном лабораторном затирации (конгресс-метод). Является ключевым показателем выхода сусла.

Процедура.

1. Провести конгресс-затираание 50 г солода.
2. Полученное сусло профильтровать, довести до точного объема (например, 515 г).
3. С помощью пикнометра или ареометра определить плотность сусла при 20 °С.
4. По специальным таблицам (например, Плато) или формуле найти массовую долю экстракта в начальном сусле.
5. Пересчитать экстрактивность на абсолютно сухое вещество солода.

Необходимое оборудование:

- ✓ заторный аппарат;
- ✓ пикнометр или ареометр;
- ✓ аналитические весы;
- ✓ мерный цилиндр.

20 СОДЕРЖАНИЕ БЕТА-ГЛЮКАНОВ, %

Принцип метода. Колориметрическое или ферментативное определение содержания высокомолекулярных полисахаридов (β -глюканов) в сусле или вытяжке из солода. Высокое содержание β -глюканов может приводить к повышению вязкости и проблемам с фильтрацией.

Процедура.

1. Приготовить прозрачную вытяжку из солода.
2. Обработать вытяжку специфичным ферментом (β -глюназой) для расщепления β -глюканов.

3. Измерить количество образовавшихся редуцирующих сахаров до и после инкубации с ферментом.

4. Рассчитать исходную концентрацию β -глюканов по калибровочному графику.

Необходимое оборудование:

- ✓ спектрофотометр;
- ✓ водяная баня;
- ✓ аналитические весы.

21 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ СУСЛА

Принцип метода. Метод прямого титрования.

Процедура.

Пробу сусла титруют из бюретки раствором гидроокиси натрия при постоянном перемешивании, приливая его до появления слабого розового окрашивания, не исчезающего в течение 30 с. Если окраска исчезнет раньше, процесс титрования продолжают.

Обработка результатов.

1. Кислотность сусла вычисляют по формуле: $K = V \times 10 / (2 \times 10)$, где V — объём раствора гидроокиси натрия, пошедший на титрование, см^3 , 2 — коэффициент пересчёта на объём 100 см^3 сусла, 10 — коэффициент пересчёта концентрации гидроокиси натрия.
2. За результат определения принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений, округлённое до второго десятичного знака.

Необходимое оборудование:

- ✓ бюретка.
- ✓ коническая колба.
- ✓ цилиндр.
- ✓ белую фарфоровую пластинку (гладкую или с углублениями).

22 ЧИСЛО ПАДЕНИЯ (сек)

(только для образцов на солодоращение)

Методика определения числа падения указана в ГОСТ 27676-88 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения». Также существует ГОСТ ISO 3093-2016 «Зерно и продукты его переработки. Определение числа падения методом Хагберга – Пертена».

Число падения 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

23 СТЕКЛОВИДНОСТЬ, %

Принцип метода. Визуальная оценка поперечного разреза зерна солода для определения доли стекловидных (недорастворенных) эндоспермов. Стекловидность свидетельствует о неполноценном растворении эндосперма в процессе солодоращения.

Процедура.

1. Отсчитать случайную выборку из 100 целых зерен солода.
2. Разрезать каждое зерно пополам вдоль.
3. Визуально оценить срез: мучнистый эндосперм – матовый, рыхлый; стекловидный – плотный, полупрозрачный, роговидный.
4. Подсчитать количество зерен, имеющих стекловидный эндосперм (полностью или частично).
5. Рассчитать долю стекловидных зерен в процентах.

Необходимое оборудование:

- ✓ резак для зерна или острый скальпель;
- ✓ лупа;
- ✓ счетная камера или чашка Петри.

24 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЫХЛОСТИ (СТЕКЛОВИДНОСТИ) СОЛОДА НА ПРИБОРЕ FRIABILIMETER

Принцип метода. Механическое определение консистенции эндосперма солода с помощью прибора фриабилимитра. Прибор разделяет размолотый солод на фракции: мучнистую (хорошо растворимую), стекловидную и неразмолотые частицы.

Процедура.

1. Взвесить 50 г солода и размолоть на мельнице фриабилимитра.
2. Поместить размол в прибор и запустить на определенное время.
3. После обработки взвесить фракции:
 - мучнистая фракция (прошедшая через сито);
 - стекловидная фракция (оставшаяся на сите);
 - неразмолотые частицы (оставшиеся на валиках).
4. Рассчитать по формулам

$$\text{Мучнистость, \%} = (\text{Масса мучнистой фракции} / 50 \text{ г}) \times 100$$

$$\text{Стекловидность, \%} = (\text{Масса стекловидной фракции} / 50 \text{ г}) \times 100$$

$$\text{Размолотость, \%} = 100\% - \text{Стекловидность, \%}.$$

Необходимое оборудование – фриабилимитр (например, "Seeger").

25 ВЛАЖНОСТЬ СОЛОДА, %

Принцип метода. Определение массовой доли влаги в солоде путем высушивания навески при стандартной температуре (105 °C) до постоянной массы. Регламентируется ГОСТом 29294-2021.

Процедура.

1. Взвесить на аналитических весах пустой бюкс с крышкой.

2. Добавить около 5 г размолотого солода, закрыть крышкой и взвесить вместе с навеской.
3. Поместить открытый бюкс с навеской и крышкой в сушильный шкаф, разогретый до 105 °С.
4. Сушить в течение 2 часов.
5. Извлечь бюкс, закрыть крышкой, охладить в эксикаторе и взвесить.
6. Повторять сушку по 1 часу до достижения постоянной массы (разница между взвешиваниями не более 0,001 г).
7. Рассчитать влажность по формуле:

$$\text{Влажность, \%} = ((m_{\square} - m_{\square}) / (m_{\square} - m_{\square})) \times 100$$

где $m_{\square}$ – масса пустого бюкса, г;

$m_{\square}$ – масса бюкса с навеской до сушки, г;

$m_{\square}$ – масса бюкса с навеской после сушки, г.

Необходимое оборудование:

- ✓ аналитические весы;
- ✓ сушильный шкаф;
- ✓ бюксы алюминиевые;
- ✓ эксикатор

26 ВЫРАВНЕННОСТЬ ЗЕРНА

Принцип метода. Для определения выравненности зерна используют ситовой анализ. Навеску зерна (обычно 100 г) просеивают через набор сит с отверстиями определённой формы и размеров. О размерах зерна судят по величине остатков на каждом сите.

Процедура.

Навеску зерна (обычно 100 г) просеивают через набор сит с определёнными размерами отверстий. Для разделения зерна по ширине – через набор сит с

круглыми отверстиями. Для разделения зерна по толщине – через набор сит с продолговатыми отверстиями.

Необходимое оборудование – сесевы лабораторные.

27 Выход крупы

Принцип метода. Шелушение и шлифование достигается последовательным истиранием в лабораторной машине периферийных слоев зерна, частично алейронового слоя и верхних слоев эндосперма. Это достигается воздействием на зерно абразивного барабана и металлической обечайки, а также взаимным трением зерен друг об друга.

Процедура.

Взвешивают две навески зерна массой 100 г, засыпают навеску в сесев, и включают на 5 минут. Взвешивают сход с каждого из трех сит и засыпают навеску в приемный бункер шлифовальной машины. Выделяют с помощью сита № 056 из крупы остатки мучки. Взвесить порознь крупу и мучку. Аналогичным образом перерабатывают вторую навеску.

Необходимое оборудование:

- ✓ сесевы лабораторные;
- ✓ весы лабораторные с точностью до 1 г;
- ✓ лабораторная шлифовальная машина;
- ✓ лабораторное сито из тканой сетки № 056.

28 Кулинарная оценка крупы

Принцип метода. Кулинарные достоинства крупы оценивают после варки органолептически по вкусу, цвету и структуре. Крупу варят в специальном приборе, представляющем собой электроводяную баню.

Процедура.

Навеску крупы (50 г) промывают, вливают воду помещают в варочные цилиндры, добавляют 1 г соли. В зависимости от вида крупы варка продолжается

от 40 до 180 минут. Готовность устанавливают органолептически. Определяют коэффициент развариваемости крупы, вкус и консистенцию каши.

Необходимое оборудование:

- ✓ водяная баня;
- ✓ весы лабораторные с точностью до 0,1 г.

29 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.

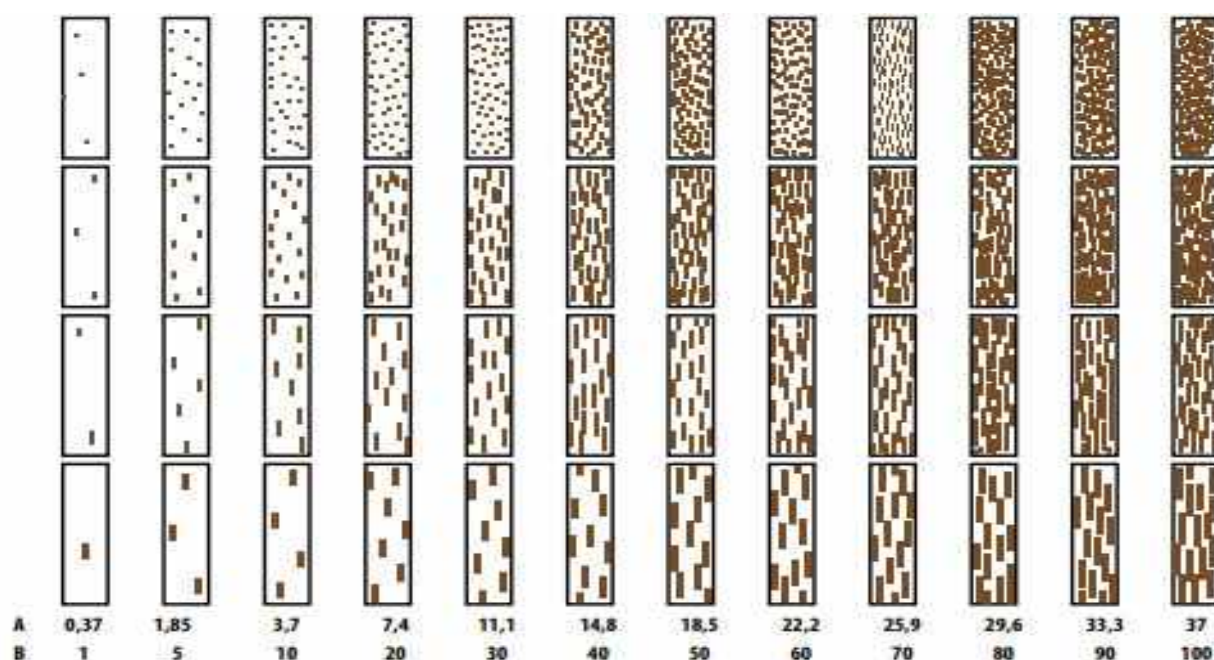


Рисунок 1 – Шкала для учета пораженности зерновых культур видами ржавчины

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 (в месте пустул образуются четко выраженные хлоротичные 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 1 – Шкала оценки стеблевой и желтой ржавчины (9-балльная шкала, модифицированная шкала Кобба)

Балл	Категория устойчивости	Процент поражения	Описание поражения (визуальная картина)
------	------------------------	-------------------	---

		(ориенти- ровочно), %	
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 %)

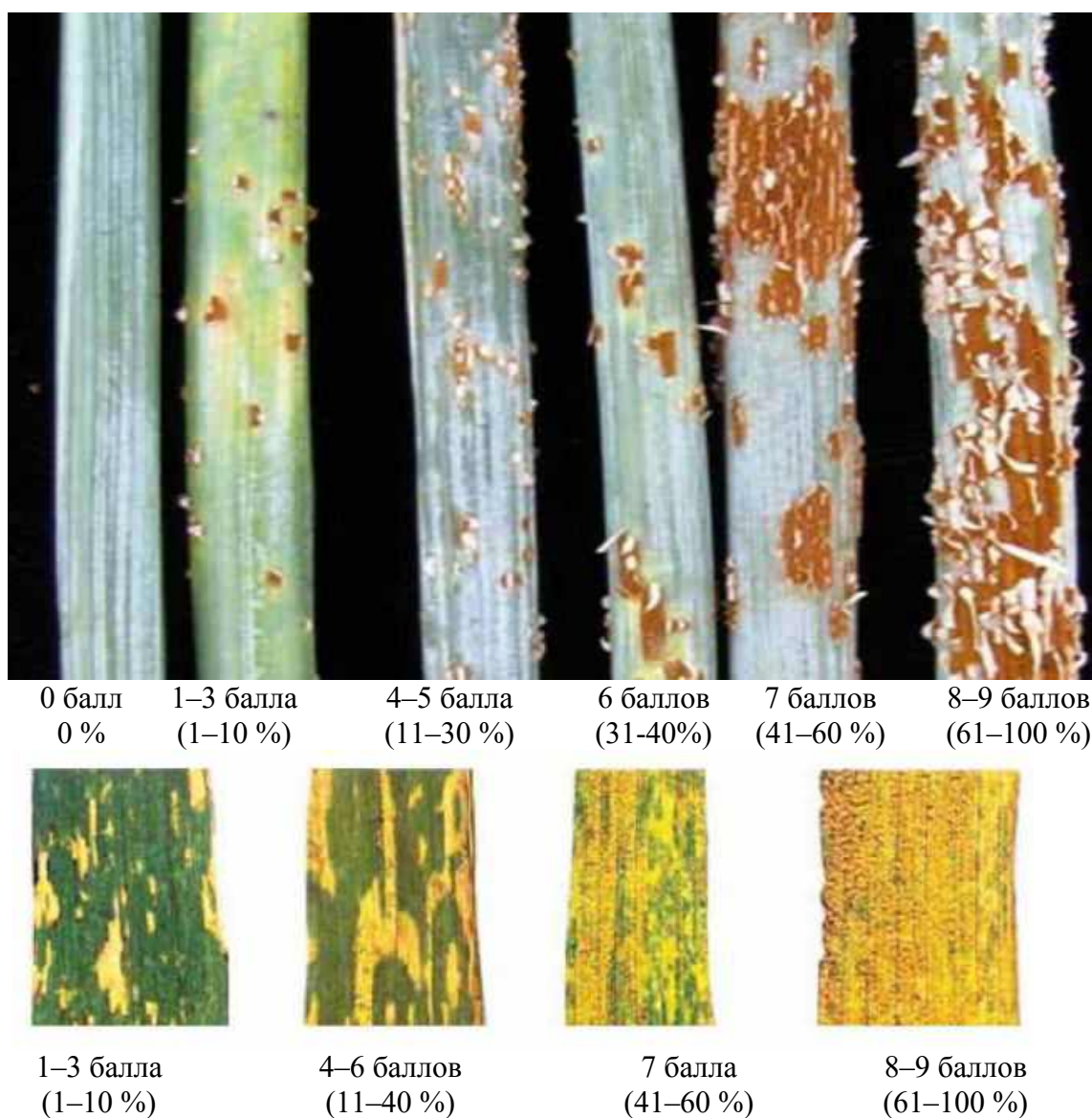


Рисунок 2 – Визуальная шкала для учета пораженности зерновых культур бурой, стеблевой и желтой ржавчиной

Необходимое оборудование – фотоаппарат/смартфон с макросъемкой.

Необходимые инструменты и принадлежности:

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

30 ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К МУЧНИСТОЙ РОСЕ (BLUMERIA GRAMINIS)

Принцип метода. Визуальная балльная оценка типа реакции растений и степени развития пятнистостей на естественном инфекционном фоне в полевых условиях. Оценка проводится в соответствии со стандартизированной шкалой, учитывающей процент пораженной площади листа и характер симптомов.

Процедура.

1. Провести учёты трижды за сезон: в фазу кущения (25–26), выхода в трубку (35–36) и флагового листа (43–45). Отбирают пробы или проводят учёт поражённости растений на месте обычно через равные расстояния по диагонали поля.

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

3. Оценивать поражение на 2–3 верхних листьях (флаговый и подфлаговый листья).

4. Для каждого растения визуально определить:

- тип реакции (устойчивая / восприимчивая);
- интенсивность поражения (% пораженной площади листовой поверхности);
- характер симптомов (наличие сетчатого рисунка, некрозов, хлороза).

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

6. Зафиксировать данные с помощью фотографирования пораженных листьев с эталонной шкалой.

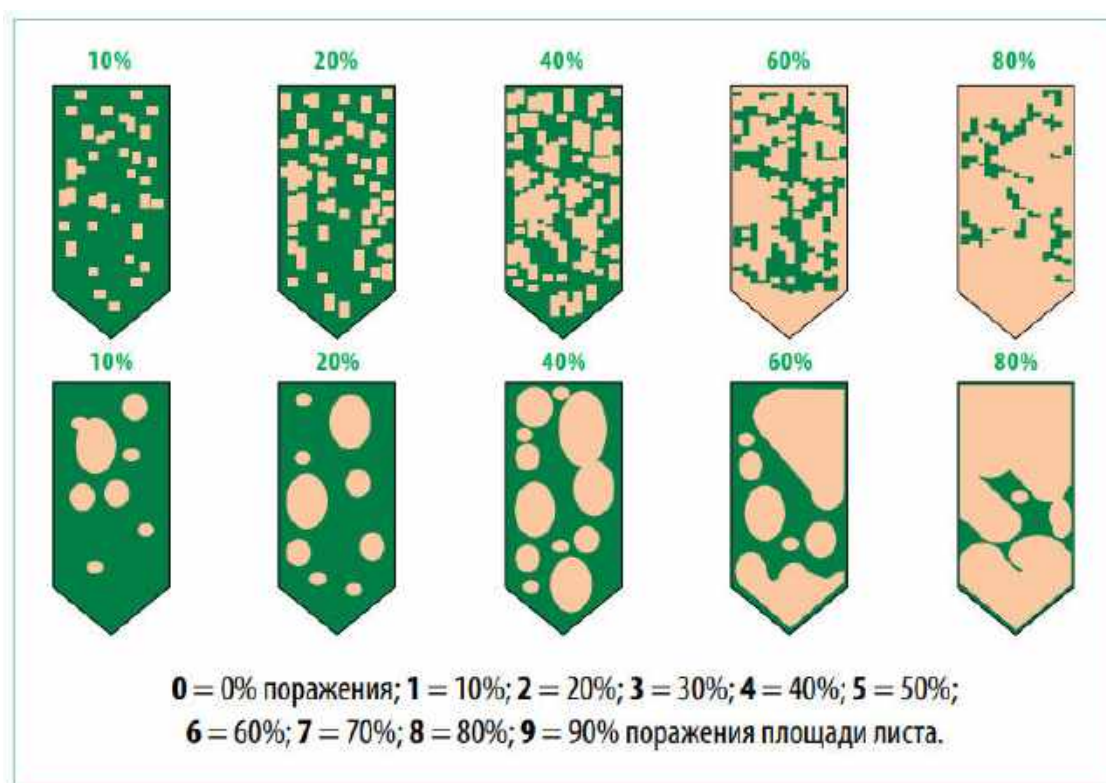
Шкала оценки:

– 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,
(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).

31 ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К ПЯТНИСТОСТЯМ

Учеты пятнистости листьев (септориоз, гельминтоспориозы, ринхоспориоз и др.) проводят, как и в случае мучнистой росы. Степень поражения растений пятнистостями устанавливают по проценту площади листьев, стеблей, колосьев, покрытой пятнами, по иллюстрационным шкалам или с переводом процентов в баллы.

По шкале: 0 – признаки поражения отсутствуют; 1 – поражено до 10 % листовой поверхности; 2 – поражено от 11 до 25 %; 3 – поражено от 26 до 50 %; 4 – поражено более 50 % листовой поверхности.

Принцип метода. Визуальная балльная оценка типа реакции растений и степени развития сетчатой пятнистости на естественном инфекционном фоне в полевых условиях. Оценка проводится в соответствии со стандартизированной шкалой, учитывающей процент пораженной площади листа и характер симптомов.

Процедура.

1. Оценку проводить от всходов до молочно-восковой спелости зерна.
2. Осмотреть не менее 50 случайно выбранных растений с делянки.

3. Локализация оценки: оценивать поражение на 2-3 верхних листьях (флаговый и подфлаговый листья).

4. Параметры оценки: для каждого растения визуально определить:

– тип реакции (устойчивая/восприимчивая);

– интенсивность поражения (% пораженной площади листовой поверхности);

– характер симптомов (наличие сетчатого рисунка, некрозов, хлороза);

Расчет показателей: рассчитать средний балл поражения для генотипа/сорта.

Оценку устойчивости по шкале (Бабаянц, 1988).

5. Документирование: зафиксировать данные с помощью фотографирования пораженных листьев с эталонной шкалой.

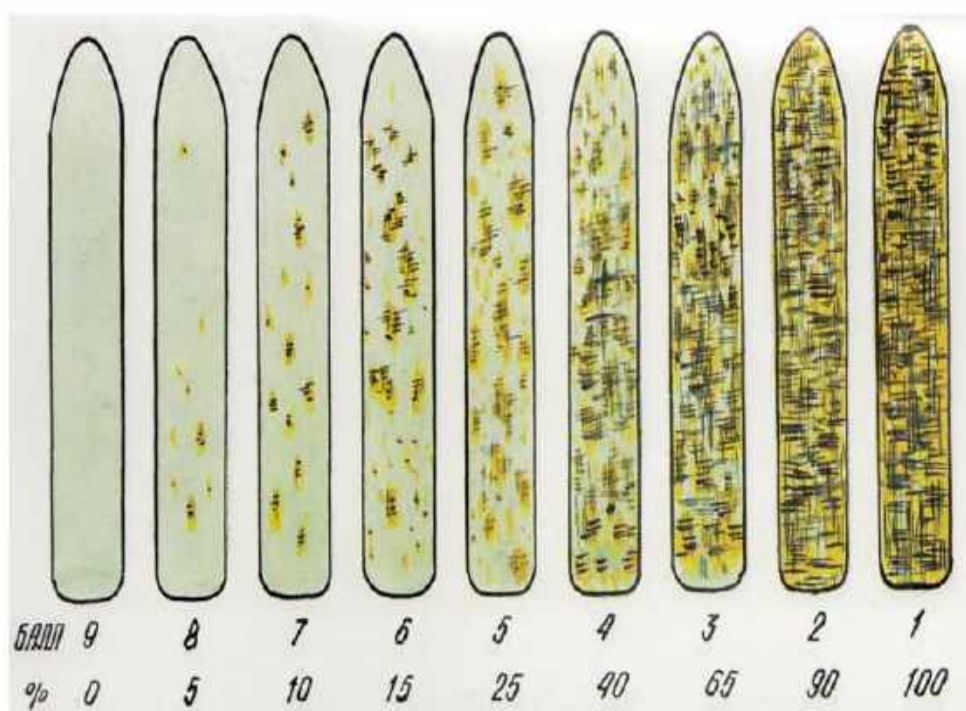


Рисунок 4 – Шкала оценок интенсивности поражения листьев ячменя *P. teres* (Бабаянц, 1988)

Шкала оценки:

9 баллов – нет проявлений / точечные некрозы без хлороза (очень высокая устойчивость);

8 баллов – точечные некрозы с очень малозаметными устойчивыми признаками хлороза (высокая устойчивость);

7 баллов – некротические коричневые пятна с хлоротичным окаймлением или без хлороза, не распространяющиеся по листу (устойчивость);

6 баллов – некротические коричневые пятна с хлоротичным окаймлением или без хлороза, с очень малозаметными признаками распространения по листу (устойчивость);

5 баллов – некротические пятна, активно распространяющиеся по листу с хлоротичным окаймлением (слабая восприимчивость);

4 балла – некротические пятна, начинающие распространяться по листу с хлоротичным окаймлением (восприимчивость);

3 балла – коричневый некроз занимает третью часть листа (восприимчивость);

2 балла – коричневый некроз занимает половину листа (высокая восприимчивость);

1 балл – коричневый некроз занимает почти весь лист.

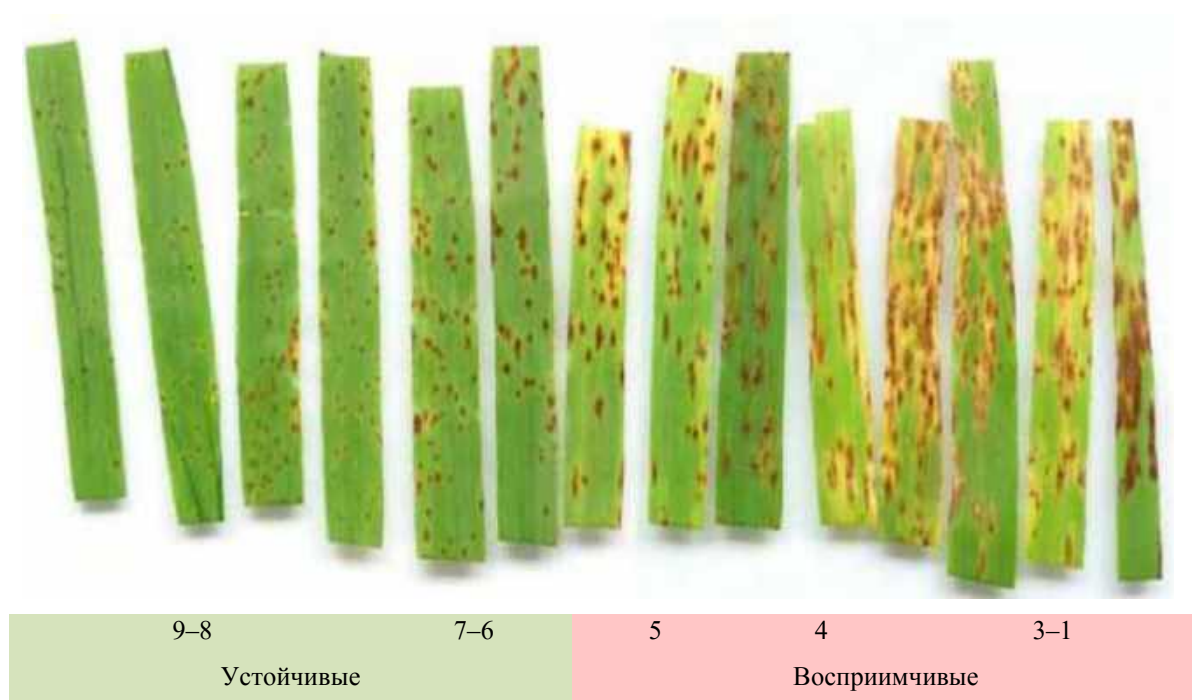


Рисунок 5 – Интенсивности поражения сетчатой пятнистостью листьев озимого ячменя. Значения 1–3 и 5–9 представляют собой устойчивые и восприимчивые фенотипы, соответственно (Текауз, 2011)

Темно-бурая пятнистость (*Bipolaris sorokiniana*). Оценка проводится по пятибалльной шкале учета поражения листьев (модифицированная шкала, Fetch & Steffenson, 1999)

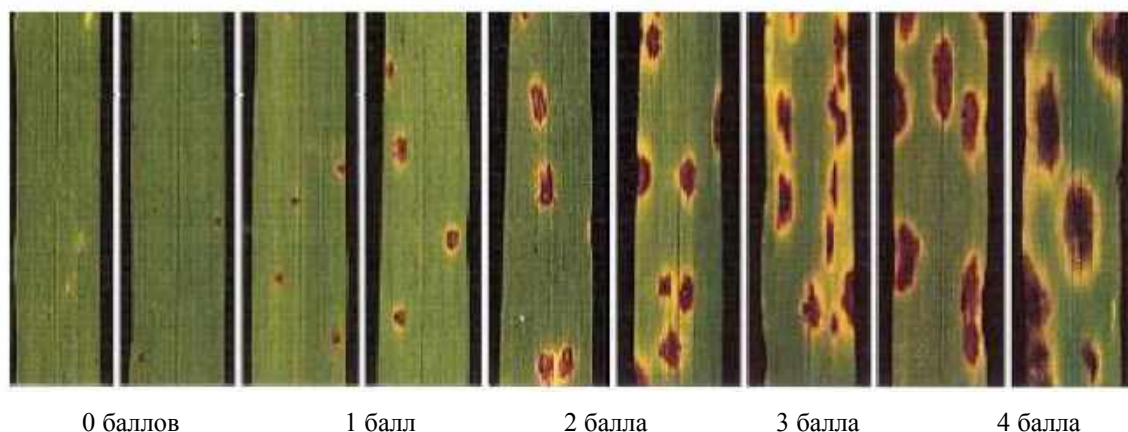


Рисунок 6 – Пораженные листья ячменя темно-бурой пятнистостью (Fetch, Steffenson, 1999)

Таблица 2 – Шкала учета поражения листьев

Балл поражения	Характеристика поражения	Процент поражения листовой поверхности, %	Категория устойчивости сорта
0	Отсутствие поражения	0 %	Высокоустойчивый
1	Единичные пятна на нижних листьях	<5 % на нижних листьях	Устойчивый
2	Умеренное поражение: поражено более 50 % поверхности нижних листьев и единичные пятна на листьях 2-го яруса	50–70 % на нижних листьях, <10 % на средних	Средневосприимчивый
3	Сильное поражение: нижние листья отмирают, поражено более 50 % поверхности листьев 2-го яруса и единичные пятна на верхних листьях	Нижние листья отмершие, 50–70 % на средних листьях, <15 % на верхних	Восприимчивый
4	Очень сильное поражение: массовое отмирание нижних	Нижние листья отмершие, >70	Сильновосприимчивый

	листьев, поражение более 50 % поверхности всех ярусов листьев	% на средних листьях, >50 % на верхних листьях	
--	---	--	--

32 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. Провести визуальную оценку растений в период налива зерна (фаза молочной спелости) в условиях естественной засухи.
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);
- ✓ сахароза - $C_{12}H_{22}O_{11}$.

33. 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).

34 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., утвержденная на метод комиссии института в 2011 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).

35 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 1 (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.
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 (Н, см); длину колоса (Lк, см); массу зерна с колоса (m, г).
7. Рассчитать коэффициент полегания (КП) по формуле:

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

Шкала оценки:

- 1 балл (очень высокая устойчивость): $\text{КП} < 0,15$;
- 2 балла (высокая устойчивость): $\text{КП} = 0,15 - 0,25$;
- 3 баллов (средняя устойчивость): $\text{КП} = 0,26 - 0,40$;
- 4 баллов (пониженная устойчивость): $\text{КП} = 0,41 - 0,60$;
- 5 баллов (низкая устойчивость): $\text{КП} > 0,60$.

Необходимое оборудование:

- ✓ альтернативно: динамометр (силомер). Ручной динамометр, цифровой или механический, с верхним пределом измерения не менее 50 Н и ценой деления не более 0,1 Н (или 10 гс). Диапазон 50 Н 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

Вариант А. Оценка угла наклона стебля (индивидуальная оценка для селекционных деленок), 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 деленки 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 (табл. 3).

Таблица 3 – 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 ячменя

	Бурая ржавчина		Стеблевая ржавчина	Желтая ржавчина	Мучнистая роса				Сетчатая пятнистость				Темно-бурая пятнистость																																																																						
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		0 б – иммунный 1 б – высокоустойчивый 2 б – устойчивый 3-5 б – средневосприимчивый 6-7 б с– сильновосприимчивый				9 б – очень высокая устойчивость 8 б – высокая устойчивость 7-6 б – устойчивость 5 б – слабая восприимчивость 4-3 б – восприимчивость 2-1 б – высокая восприимчивость				0 б – высокоустойчивый 1 б – устойчивый 2 б – средневосприимчивый 3 б – восприимчивый 4 б – сильновосприимчивый																																																																						
	<table><tr><td>1 б</td><td>0%</td></tr><tr><td>2 б</td><td>5-10%</td></tr><tr><td>3 б</td><td>11-30%</td></tr><tr><td>4 б</td><td>31-50%</td></tr><tr><td>5 б</td><td>51-100%</td></tr></table>		1 б	0%	2 б	5-10%	3 б	11-30%	4 б	31-50%	5 б	51-100%	<table><tr><td>0 б</td><td>0%</td><td>5 б</td><td>21-30%</td></tr><tr><td>1 б</td><td><1%</td><td>6 б</td><td>31-40%</td></tr><tr><td>2 б</td><td>1-5%</td><td>7 б</td><td>41-60%</td></tr><tr><td>3 б</td><td>6-10%</td><td>8 б</td><td>61-80%</td></tr><tr><td>4 б</td><td>11-20%</td><td>9 б</td><td>81-100%</td></tr></table>		0 б	0%	5 б	21-30%	1 б	<1%	6 б	31-40%	2 б	1-5%	7 б	41-60%	3 б	6-10%	8 б	61-80%	4 б	11-20%	9 б	81-100%	<table><tr><td>0 б</td><td>0%</td><td>5 б</td><td>50%</td></tr><tr><td>1 б</td><td>10%</td><td>6 б</td><td>60%</td></tr><tr><td>2 б</td><td>20%</td><td>7 б</td><td>70%</td></tr><tr><td>3 б</td><td>30%</td><td>8 б</td><td>80%</td></tr><tr><td>4 б</td><td>40%</td><td>9 б</td><td>>90%</td></tr></table>				0 б	0%	5 б	50%	1 б	10%	6 б	60%	2 б	20%	7 б	70%	3 б	30%	8 б	80%	4 б	40%	9 б	>90%	<table><tr><td>9 б</td><td>0%</td><td>4 б</td><td>40%</td></tr><tr><td>8 б</td><td>5%</td><td>3 б</td><td>65%</td></tr><tr><td>7 б</td><td>10%</td><td>2 б</td><td>90%</td></tr><tr><td>6 б</td><td>15%</td><td>1 б</td><td>100%</td></tr><tr><td>5 б</td><td>25%</td><td></td><td></td></tr></table>				9 б	0%	4 б	40%	8 б	5%	3 б	65%	7 б	10%	2 б	90%	6 б	15%	1 б	100%	5 б	25%			0б 0% 1 б <5% на нижних листьях 2 б 50-70% на нижних листьях, <10% на средних 3 б нижние листья отмершие, 50-70% на средних листьях, <15% на верхних 4 б нижние листья отмершие, >70% на средних листьях, >50% на верхних листьях
1 б	0%																																																																																		
2 б	5-10%																																																																																		
3 б	11-30%																																																																																		
4 б	31-50%																																																																																		
5 б	51-100%																																																																																		
0 б	0%	5 б	21-30%																																																																																
1 б	<1%	6 б	31-40%																																																																																
2 б	1-5%	7 б	41-60%																																																																																
3 б	6-10%	8 б	61-80%																																																																																
4 б	11-20%	9 б	81-100%																																																																																
0 б	0%	5 б	50%																																																																																
1 б	10%	6 б	60%																																																																																
2 б	20%	7 б	70%																																																																																
3 б	30%	8 б	80%																																																																																
4 б	40%	9 б	>90%																																																																																
9 б	0%	4 б	40%																																																																																
8 б	5%	3 б	65%																																																																																
7 б	10%	2 б	90%																																																																																
6 б	15%	1 б	100%																																																																																
5 б	25%																																																																																		
1–10																																																																																			
11–20																																																																																			
21–30																																																																																			
31–40																																																																																			
41–50																																																																																			
	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»

Список рассылки	
1	ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ
2	ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ
3	ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ
4	ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ
5	ФГБОУ ВО Брянский ГАУ
6	ФГБОУ ВО Бурятская ГСХА
7	ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА
8	ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА
9	ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
10	ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ
11	ФГБОУ ВО Горский ГАУ
12	ФГБОУ ВО ГУЗ
13	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ
14	ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ
15	ФГБОУ ВО ДОНАГРА
16	ФГБОУ ВО Донской ГАУ
17	ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ
18	ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ
19	ФГБОУ ВО Казанский ГАУ
20	ФГБОУ ВО Костромская ГСХА
21	ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ
22	ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ
23	ФГБОУ ВО Кузбасская ГСХА
24	ФГБОУ ВО Курский ГАУ
25	ФГБОУ ВО Луганский ГАУ
26	ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина
27	ФГБОУ ВО Омский ГАУ
28	ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ
29	ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ
30	ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
31	ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ
32	ФГБОУ ВО Самарский ГАУ
33	ФГБОУ ВО СПбГАУ
34	ФГБОУ ВО СПбГУВМ
35	ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА
36	ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ
37	ФГБОУ ВО Тверская ГСХА
38	ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ
39	ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ
40	ФГБОУ ВО Уральский ГАУ
41	ФГБОУ ВО ХАУ
42	ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ
43	ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ
44	Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И.Вернадского