

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
(Минсельхоз России)
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»
(ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»)**

УДК 633.16:631.527
ГРНТИ 68.35.29

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБНУ

«НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»

д.с.-х.н., профессор, академик РАН

Лукомец В.М.

« » 2025 г.



«Сборник методик инструментальной фенотипической оценки озимого
ячменя (*Hordcum vulgare* L.)»

Краснодар, 2025 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Нестеренко Владимир Владимирович,
заведующий отделом селекции
и семеноводства ячменя,
кандидат сельскохозяйственных наук



Кузнецова Тамара Евгеньевна,
главный научный сотрудник
отдела селекции и семеноводства ячменя,
доктор сельскохозяйственных наук



Серкин Николай Викторович, ведущий
научный сотрудник отдела селекции
и семеноводства пшеницы и тритикале,
кандидат сельскохозяйственных наук



ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ	2
ОГЛАВЛЕНИЕ	3
РЕФЕРАТ	4
1. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАТЫ КОЛОШЕНИЯ ЯЧМЕНЯ.	5
2. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТА РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ.	5
3. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ.	5
4. СТРУКТУРА УРОЖАЯ: КОЛИЧЕСТВО ПРОДУКТИВНЫХ СТЕБЛЕЙ С ЕДИНИЦЫ ПЛОЩАДИ, КОЛИЧЕСТВО ЗЕРЕН В КОЛОСЕ, МАССА ЗЕРНА С КОЛОСА, ВЫСОТА РАСТЕНИЙ, ДЛИНА КОЛОСА, ПРОДУКТИВНАЯ КУСТИСТОСТЬ.	5
5. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ.	10
6. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ МОРОЗОСТОЙКОСТИ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ	11
7. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЗИМОСТОЙКОСТИ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ В ПОЛЕ	12
8. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В ЗЕРНЕ.	12
9. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ 1000 ЗЕРЕН.	13
10. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАТУРЫ ЗЕРНА.	13
11. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СОРТОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ: (МУЧНИСТОЙ РОСЕ, КАРЛИКОВОЙ РЖАВЧИНЕ, СЕТЧАТОЙ ПЯТНИСТОСТИ)	14
12. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СОРТОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ПОЛЕГАНИЮ	20
13. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПРОРАСТАНИЯ ЗЕРНА	21
РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ	22
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	22

РЕФЕРАТ

Работа содержит: 23 страницы, 9 источников литературы.

Ключевые слова: озимый ячмень, дата колошения, высота растений, зимостойкость, урожайность, масса 1000 зерен, белок, натура зерна, устойчивость к полеганию, устойчивость к болезням.

Методы: в работе представлены унифицированные протоколы оценки более 10 ключевых селекционно- значимых признаков, включая:

Методика определения даты колошения ячменя.

Методика определения высоты растений ячменя.

Методика определения урожайности зерна ячменя.

Методика определения влажности зерна ячменя.

Методика оценки сортов озимого ячменя на морозостойкость.

Методика оценки сортов озимого ячменя на зимостойкость в поле.

Метод определения массы 1000 зерен.

Методика определения содержания белка в зерне.

Метод определения натуры зерна.

Методика оценки сортов озимого ячменя по устойчивости к болезням:

мучнистой росе;

карликовой ржавчине;

гельминтоспориозу.

Методика оценки сортов озимого ячменя по устойчивости к полеганию.

1. Методика определения даты колошения ячменя.

Согласно Методике государственного испытания сельскохозяйственных растений все фенологические наблюдения, в число которых входит и определение даты колошения, проводят систематически по всем сортам опыта на двух несмежных повторениях, выделяемых для учета до всходов. За дату начала фазы принимают наступление ее у 10—15% растений на всей делянке, а полную фазу отмечают при наступлении ее не менее чем у 75% растений.

2. Методика определения высоты растений ячменя.

По Методике государственного испытания сельскохозяйственных растений высоту растений определяют перед уборкой, измеряя расстояние от поверхности почвы до верхушки основного стебля, не считая остей колоса, наклонившиеся растения поднимают. Измерения проводят в пяти равноудаленных местах делянок двух несмежных повторений в сантиметрах и выводят среднее значение показателя.

3. Методика определения урожайности зерна ячменя.

Определяется согласно Методике государственного испытания сельскохозяйственных растений.

Для определения фактической урожайности проводят учет урожая со всей учетной площади делянки. Уборку мелких делянок проводят специальным комбайном, предназначенным для уборки опытных посевов, например Сампо 130. При этом с каждой делянки зерно взвешивается отдельно. Из бункерной массы отбирают пробы объемом 1 кг в бумажные или матерчатые мешочки для определения чистоты и отдельно — в стеклянные бутылки с плотной пробкой или в металлические бюксы-пробы для определения влажности зерна. У зерновых культур влажность можно определить в поле с помощью полевых влагомеров или в лаборатории -методом высушивания.

Урожайность с приведением ее к стандартной влажности (14%) определяют по следующей формуле:

$$X=Y*(100-в)/100-св$$

где X — окончательная урожайность с приведением к стандартной влажности, ц/га; Y—урожайность при уборке, ц/га; в — влажность урожая, %; св — стандартная влажность для данной культуры, %.

4. 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. В фазу полной спелости убрать с корнями все растения с одного погонного метра для анализа структуры урожая. Подсчитать все стебли, имеющие сформировавшиеся и нормально развитые колосья (продуктивные стебли).

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.

✓ Число стеблей/м² = (Сумма стеблей со всех учетных площадок) / (Количество учетных площадок × Площадь одной площадки (м²))

✓ Число стеблей/га = Число стеблей/м² × 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:

Среднее число зерен в колосе = (Сумма зерен со всех колосьев) / (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

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

Расчет средней арифметической

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

где, $\bar{x}$ - средняя высота растений на делянке (см); Σx_i – сумма значений высот всех измеряемых растений; n – количество измерений

- ✓ Определить стандартное отклонение

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

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

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

- ✓ 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

- 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, Haga 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:

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

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

Формулы расчета:

Продуктивная кустистость (растение):

$$K_{пр} = \Sigma N_{пр} / n$$

где, $N_{пр}$ - количество продуктивных стеблей на растение, n - количество учетных растений

Плотность продуктивного стеблестоя (м²):

$$ППС = \Sigma N_{общ} / S$$

где, $N_{общ}$ - общее количество стеблей на площадке, S - общая площадь учетных площадок (м²)

Коэффициент продуктивности:

$$K_{п} = N_{пр} / N_{общ}$$

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. Методика определения влажности зерна ячменя.

Подготовка к проведению измерений. Для измерения влажности из средней пробы зерна после тщательного перемешивания выделяют навеску массой (300 ± 10) г и помещают ее в контейнер, заполнив его на две трети объема. Перед проведением измерений буюксы тщательно моют и просушивают в сушильном шкафу при температуре $(105 \pm 2) ^\circ\text{C}$ в течение 60 мин. Подготовленные буюксы хранят в эксикаторе. В выделенном зерне измеряют влажность с помощью влагомеров для выбора варианта метода и установления продолжительности подсушивания. Для зерна с влажностью до 17,0 % (включительно) измерения проводят без предварительного подсушивания. Для зерна с влажностью свыше 17,0 % измерения проводят с предварительным подсушиванием до остаточной влажности в пределах от 9,0 % до 17,0 %.

Проведение измерений. Перед началом измерений зерно тщательно перемешивают, встряхивая контейнер в разных на правлениях и плоскостях. Измерение влажности с предварительным подсушиванием 8.1.1 $(110 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Перед подсушиванием зерна сушильный шкаф разогревают до температуры $105 \pm 2 ^\circ\text{C}$. Из зерна, подготовленного в соответствии с требованиями, отбирают совком из разных мест навеску массой 20,00 г в просушенную и взвешенную сетчатую буюксу. Буюксу закрывают и взвешивают с точностью до 0,01 г. После взвешивания буюксы с открытыми крышками помещают в сушильный шкаф и подсушивание проводят при температуре $(105 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

По окончании предварительного подсушивания буюксы с зерном вынимают, охлаждают с помощью охладителя АУО или ОБЛ в течение 5 мин и взвешивают. Сушильный шкаф разогревают до температуры $(140 \pm 2 ^\circ\text{C})$. Подсушенную и охлажденную навеску зерна переносят из сетчатых буюкс в мельницу и измельчают. Время размола зерна ячменя— 60 с. Крупность помола периодически (не реже одного раза в десять дней) контролируют просеиванием навесок на ситах № 1 и № 8 на гладкой поверхности без встряхивания сит в течение 3 мин при 110—120 круговых движениях в минуту или на лабораторном рассеве в течение 5 мин при частоте вращения 180—200 об/мин. При этом остаток на сите № 1 должен быть не более 5 %,

проход через сито № 8 — не менее 50 %. Если требуемая крупность не обеспечивается, следует увеличить продолжительность размола. Из эксикатора извлекают две чистые просушенные металлические бюксы, и взвешивают с записью результата до второго десятичного знака. Измельченное зерно сразу переносят в две металлические бюксы и массу каждой навески доводят до 5,00 г. В сушильный шкаф, разогретый до (140 ± 2) °С, быстро помещают бюксы с навесками размолотого зерна, при этом сначала в гнездо ставят крышку, а на крышку — бюксу. Свободные гнезда шкафа заполняют пустыми бюксами. Время сушки измельченного зерна ячменя 40 мин. По завершении высушивания бюксы с измельченным зерном извлекают из сушильного шкафа, закрывают крышками и переносят в эксикатор до полного охлаждения, примерно на 20 мин (но не более 2 ч). Ставить бюксы друг на друга не допускается. Охлажденные бюксы с измельченным зерном взвешивают с записью результата до второго десятичного знака.

Измерение влажности без предварительного подсушивания. Из зерна, подготовленного для измерения влажности выделяют навеску массой 20 г и измельчают. Выделение проб и их обезвоживание производят в раннее указанной последовательности.

Обработка и выражение результатов измерений.

Влажность зерна ячменя X без предварительного подсушивания, %, вычисляют по формуле $X=20(m_1-m_2)$, где m_1 — масса навески измельченного зерна, г; m_2 — масса навески измельченного зерна, г; 20 — коэффициент для расчета влажности, %. Результаты вычислений записывают до второго десятичного знака. Влажность зерна при измерении с предварительным подсушиванием X_v %, вычисляют по формуле $X_v = 100(m_1-m_2)$, где m_1 — масса навески целого зерна после предварительного подсушивания, г; m_2 — масса навески размолотого зерна после высушивания, г; 100 — коэффициент пересчета, равный 100 %.

6. Методика определения морозостойкости озимого ячменя.

Морозостойкость озимого ячменя определяется методом промораживания вегетирующих растений озимого ячменя в ящиках размером 35×25×10 см в морозильных камерах. В каждый ящик высевается 7 сортов, из которых два стандартных сорта (морозостойкий и среднеморозостойкий). Ящики до загрузки в морозильные камеры находятся на улице и растут в естественных условиях. После появления всходов проводится подсчет взошедших растений по рядкам. Промораживание проводится в фазе 2-3 листьев при трех температурных режимах. Интервал температур 1 °С. Режимы выбираются в

зависимости от условий закалки и могут варьировать от -10 до -15⁰С. В морозильных камерах проводится дозакалка растений в течение 3-5 дней при температурах от 0 до -5⁰С, затем температура снижается на 1⁰С в час до достижения выбранного режима. Минимальная температура в камере выдерживается в течение суток, затем она повышается на 1⁰С в час до 0⁰, выдерживается в таком режиме 8 часов, потом повышается до +5⁰С. Через 8-10 часов ящики заносятся в хорошо освещенное, проветриваемое помещение с температурой 10-20⁰С и оставляются для отрастания. Если растения находятся при температуре около 20⁰С, то подсчет сохранившихся растений проводят через три недели, если температура ниже, то подсчет проводят через 25-30 дней, когда будет хорошо видно сохранившиеся и погибшие растения. После подсчета сохранившихся растений, определяют их процент, что и является морозостойкостью. Так как промораживание проводится при трех температурных режимах, в полевой журнал заносятся данные режима, в котором стандартный среднеморозостойкой сорт сохранился на 40-50 %.

7. Методика оценки зимостойкости растений озимого ячменя в поле.

В полевых условиях оценку проводят визуально примерно через неделю после начала возобновления весенней вегетации. Мы сочетаем оценку зимостойкости с оценкой подмерзания листа, т.к. в наших условиях 8 лет из 10 озимый ячмень сохраняется практически на 95-100%. При этом оценки от 9 до 6 баллов характеризуют подмерзание листа, а от 5 до 1 балла непосредственно зимостойкость.

9 баллов – растения сохранились на 100 %, подмерзание листьев отсутствует;

8 баллов – растения сохранились на 100%, до 20% площади листа повреждено морозом;

7 баллов - растения сохранились на 100 %, до 40% листовой пластинки повреждено;

6 баллов - растения сохранились на 100 %, до 60% листовой пластинки погибло;

5 баллов - растения сохранились на 75-95 %, до 70% листовой пластинки погибло;

4 балла - растения сохранились на 51-75 %,

3 балла - растения сохранились на 26-50 %,

2 балла - растения сохранились на 10- 25 %,

1 балл – все растения погибли.

8. Методика определения содержания белка в зерне.

Содержание белка в зерне определяется с помощью инфракрасного анализатора Инфратек, Инфралюм или методом определения содержания белка изложенного в ГОСТ 10846-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка» Определение массовой доли белка методом Кьельдаля.

Суть 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.

9. Метод определения массы 1000 зерен.

Определяется согласно ГОСТ ISO 520-2014 «Зерновые и зернобобовые. Определение массы 1000 зерен».

Из лабораторной пробы зерна при фактической влажности выделяют анализируемую пробу, масса которой близка к массе 500 зерен. Из анализируемой пробы выбирают целые зерна, взвешивают их с точностью 0,01 г и подсчитывают.

Определение выполняют в двух повторностях.

10. Метод определения природы зерна

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.

11. Методика оценки сортов озимого ячменя к болезням.

Оценка устойчивости к карликовой ржавчине (*Puccinia teres*)

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.

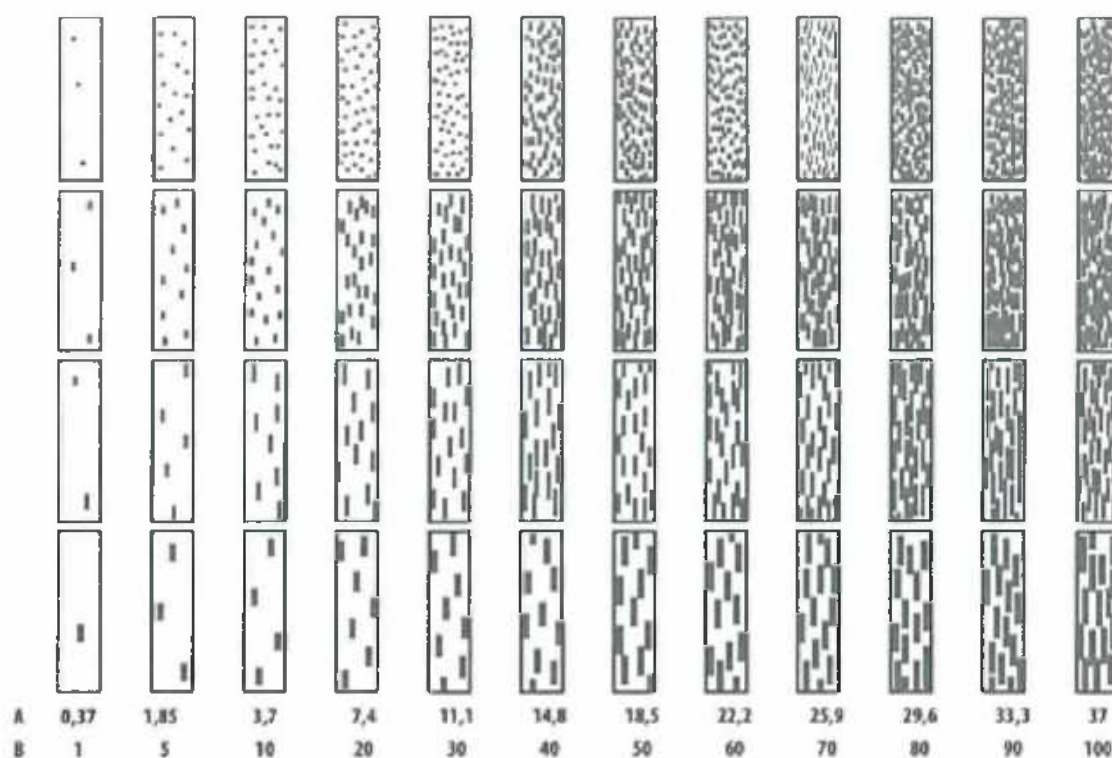


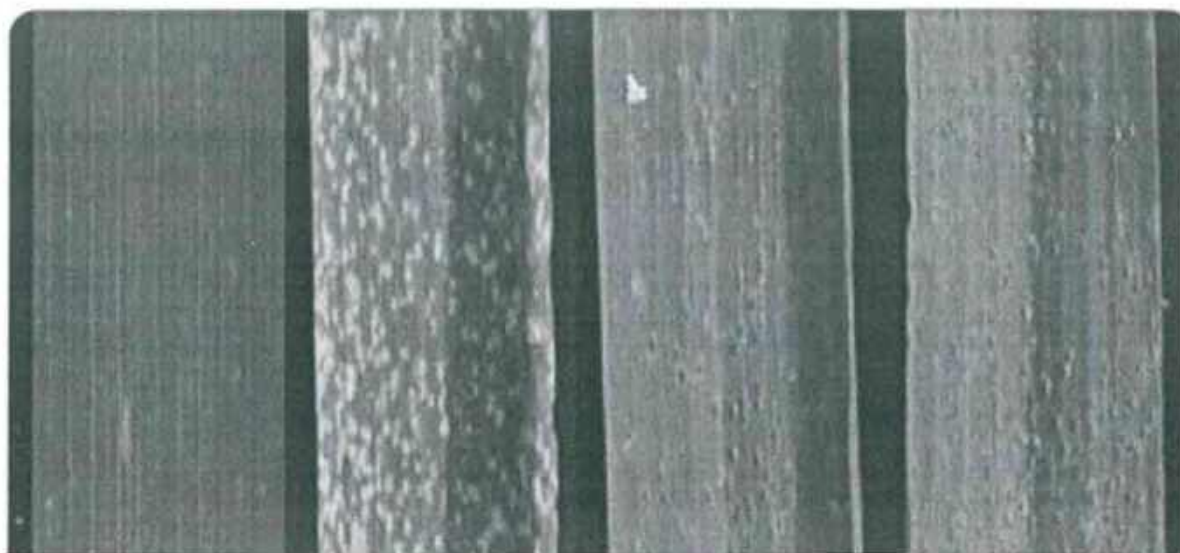
Рисунок 1. Шкала для учета пораженности зерновых культур видами ржавчины
Примечание: А – фактическая площадь листа, покрытая спорами ржавчины, %; В – степень поражения ржавчиной по модифицированной шкале Кобба (Peterson et al., 1948; Roelfs et al., 1992).

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 %)

Шкала оценки карликовой ржавчины (9-балльная шкала, модифицированная шкала Кобба)

Балл	Категория устойчивости	% 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.

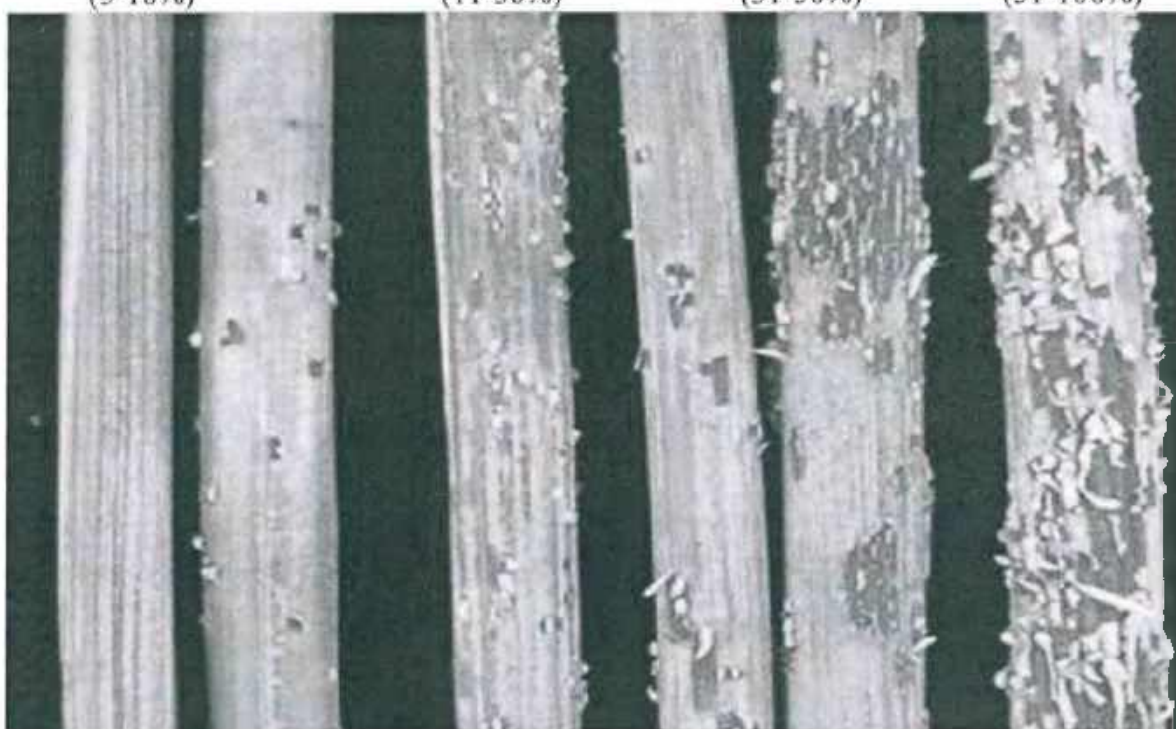


2 балла
(5-10%)

3 балла
(11-30%)

4 балла
(31-50%)

5 баллов
(51-100%)



0 балл
0%

1-3 балла
(1-10 %)

4-5 балла
(11-30 %)

6 баллов
(31-40%)

7 баллов
(41-60%)

8-9
баллов (61-
100%)



1-3 балла (1-10%)	4-6 баллов (11-40%)	7 балла (41-60%)	8-9 баллов (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 цветные шкалы для оценки болезней.
- ✓ планшет или блокнот для полевого ввода данных.
- ✓ эталонные образцы сортов с известной устойчивостью.

Оценка устойчивости к мучнистой росе (*Erysiphe 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

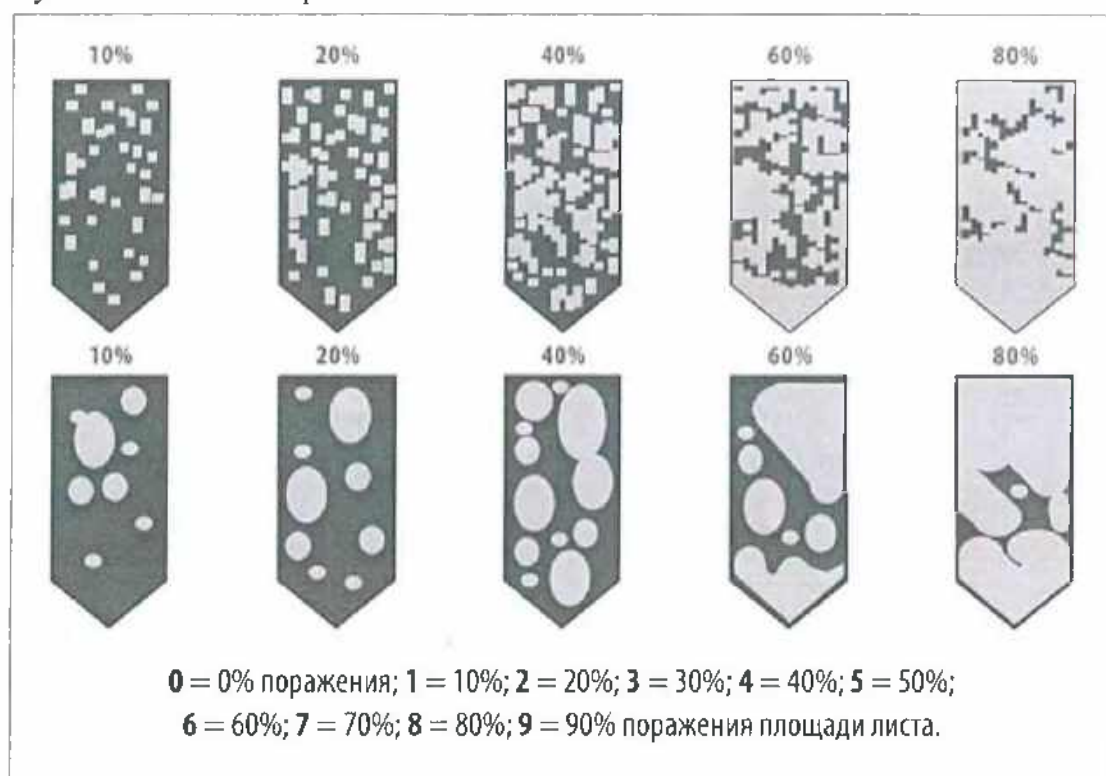


Рисунок 3. Шкала учета интенсивности поражения мучнистой росой, пятнистостями и другими локальными заболеваниями (по Э.Э. Гешеле, 1971)

Необходимое оборудование

✓ фотоаппарат или смартфон с макросъемкой для документирования симптомов.

Необходимые инструменты и принадлежности

✓ распечатанные стандартизированные цветковые 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)

Оценка устойчивости к сетчатой пятнистости

Время наблюдения за сетчатой пятнистостью часто определялось в зависимости от степени развития болезни. Оценка устойчивости к патогену осуществляли по международной шкале:

- 9 – иммунный. Признаки поражения отсутствуют;
- 8 – высокоустойчивый. На нижних листьях мелкие точечные пятна;
- 7 – устойчивый. На нижних листьях мелкие точечные пятна. Степень поражения до 10%;
- 6 – устойчивый. Поражена нижняя треть растения в слабой степени (до 15%), нижние листья умеренно, пятна мелкие, без хлороза;
- 5 – среднеустойчивый. Растения поражены от основания до середины, нижние листья сильно, а вышерасположенные до 15%; единичные типичные сетчатые пятна;
- 4 – восприимчивый. Растение поражено до флагового листа: листья нижнего яруса – значительно, типично сетчатые пятна;
- 3 – восприимчивый. Растение поражено до флагового листа: листья нижнего яруса очень сильно, средний ярус – умеренно, флаговый лист – слабо; типично сетчатые пятна или коричневые полосы с хлоротичным окаймлением;
- 2 – высоковосприимчивый. Поражено все растение: листья до предфлагового листа – сильно, флаговый лист – умеренно; сетчатые пятна или полосы по всей поверхности листа; признаки поражения на колосе;
- 1 – очень высоковосприимчивый. Поражено все растение: листья очень сильно, сетчатые пятна по всей поверхности листа, листья отмирают, поражен колос.

12. Методика оценки сортов озимого ячменя на устойчивость к полеганию.

Оценка проводится в течение всего вегетационного периода неоднократно: в периоды колошения и уборки урожая, а также после ливневых дождей или других экстремальных условий. Различают прикорневое полегание, когда растение полегает у основания стебля, что нередко наблюдается на орошаемом фоне, и стеблевое. В первом случае главная причина – чрезмерное переувлажнение почвы. Прикорневое и стеблевое полегание вызывают также обильные осадки в сочетании с сильным ветром.

Степень устойчивости образцов против полегания определяется глазомерно по шкале:

1 – очень низкая – растения лежат на земле в разных направлениях, колосья лежат на земле или на других растениях;

3 – низкая – растения изогнуты в нижней части соломины, почти лежат на земле;

5 – средняя – растения наклонены, часть находится почти в горизонтальном

7 – высокая – растения стоят вертикально, соломина слегка наклонена с середины последнего междоузлия;

9 – очень высокая – растения не полегают, стоят вертикально вместе с колосом или колос слегка поник.

13. Метод определения энергии прорастания зерна

Из средней пробы выделяют 50 ± 1 г зерна. Из выделенных зерен отбирают две аналитические пробы по 500 целых зерен, не отнесенных стандартом на соответствующую культуру по характеру повреждений к сорной и зерновой примесям. На конец стеклянной воронки надевают резиновую трубку с зажимом. В отверстие воронки помещают стеклянный шарик или согнутую под углом стеклянную палочку во избежание проскакивания зерна. Воронку закрепляют в держателе штатива.

Определение проводят в лаборатории при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Каждую аналитическую пробу помещают в воронку, закрывают зажим на резиновой трубке и зерно в воронке заливают водой температурой $20 \pm 2^\circ\text{C}$ так, чтобы уровень воды был на 1,5-2,0 см выше поверхности зерна. При температуре в лаборатории выше 22°C зерно в воронке во избежание заплесневения заливают 0,03% раствором хлорной извести. Зерно в воронке перемешивают стеклянной палочкой, чтобы дать возможность осесть всплывшим зернам. Через 4 часа зажим открывают и сливают из воронки воду или раствор хлорной извести. Зерно, замоченное в хлорной извести, промывают. Для этого воронку с зерном заполняют водой на закрытом зажиме, зерно перемешивают стеклянной палочкой, открывают зажим и сливают воду. Эту операцию повторяют 3-4 раза. После слива воды зерно на 16-18 ч оставляют в воронке с открытым зажимом. При этом во избежание подсыхания зерна воронку накрывают стеклянной крышкой с влажной фильтровальной бумагой на внутренней стороне. Через 16-18 ч зажим закрывают, зерно в воронке заливают водой на 4 ч. Спустя 4 ч зажим открывают, воду сливают, а воронку с зерном накрывают стеклянной крышкой с влажной фильтровальной бумагой на внутренней стороне и оставляют на 22-24 ч. Через 48 ч после

начала определения зажим закрывают, зерно в воронке заливают водой и осторожно перемешивают стеклянной палочкой. Затем зажим открывают, воду сливают, а зерно оставляют в воронке под стеклянной крышкой с влажной фильтровальной бумагой на внутренней стороне до конца проращивания, т.е. на 24 ч. Зерно по мере подсыхания увлажняют, заполняя воронку с зерном водой при открытом режиме. Одновременно увлажняют и фильтровальную бумагу. Через 72 часа после начала определения из воронки зерно высыпают на разборную доску и подсчитывают количество непроросших зерен. К непроросшим относят зерна с невышедшими за пределы покровов зерна ростками и (или) корешками.

Энергию прорастания зерна каждой аналитической пробы(X) в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{500 - n}{500} \cdot 100,$$

Где n -количество зерен, не проросших за 72 часа, шт.;

500 -количество зерен в аналитической пробе, шт.

Энергию прорастания зерна каждой аналитической пробы вычисляют до первого десятичного знака. За окончательный результат энергии прорастания принимают среднеарифметическое значение результатов определений двух аналитических проб, если расхождение между ними не превышает 5% -при среднеарифметической их величине 90% и более и 7% - при среднеарифметической их величине менее 90%. При превышении допускаемых расхождений определения повторяют.

Результаты работы.

Разработан комплекс взаимодополняющих методик, обеспечивающих точную, воспроизводимую и сравнительную оценку фенотипических признаков озимого ячменя (*Hordeum vulgare* L.) Методики включают детальное описание необходимого оборудования, инструментов, реактивов, пошаговых процедур проведения измерений и формул для расчета итоговых показателей. Представленные протоколы позволяют стандартизировать процесс фенотипирования в селекционных питомниках и исследовательских опытах, что способствует повышению эффективности отбора перспективных генотипов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый Общая часть. М., 2019 г. 254 С.

2. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М.. 1989. 195 С.
3. ГОСТ 13586.5-2015 Зерно. Метод определения влажности. М. Стандартиформ. 2016.
4. ГОСТ 10842-89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян. М., Стандартиформ. 2009.
5. ГОСТ 10846-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М., Стандартиформ. 2009.
6. ГОСТ 10840-2017 Зерно. Метод определения природы. М., Стандартиформ, 2019.
7. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя, овса и ржи. Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В., Сафонова И.В. Санкт-Петербург. 2024.
8. Кузнецова Т.Е. Селекция ячменя на устойчивость к болезням в условиях Северного Кавказа. /Дис. на соискание уч. степени д. с.-х. наук./ Краснодар, 2006 г.
9. ГОСТ 10968-88 Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания .М., Стандартиформ, 2009.