

УДК 631.527.8:633.35
ББК 41.36
С23

Издание одобрено Редакционно-издательским советом ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Авторский коллектив:

А.М. Дмитриев, Ф.Ф. Авсахов, И.Ю. Кузнецов,
А.А. Катков, Ф.А. Давлетов, (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ),
А.М. Задорин (ФГБНУ ФНЦ ЗБК),
О.Ф. Колесникова (ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»)

С23. «Сборник методик инструментальной фенотипической оценки гороха посевного, гороха полевого (пелюшки), гороха зимующего (*Pisum Sativum* L.)» / под редакцией А.М. Дмитриева //А.М. Дмитриев [др.]. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2026. – 26с.

ISBN 978-5-7456-0980-0

Сборник методик предназначен для инструментальной фенотипической оценки гороха посевного, гороха полевого (пелюшки), гороха зимующего (*Pisum Sativum* L.) при селекции гороха. Может служить методическим и учебным пособием для селекционеров, студентов высших и средних учебных заведений сельскохозяйственного профиля.

УДК 631.527.8:633.35
ББК 41.36
С23
ISBN 978-5-7456-0980-0

© Башкирский государственный аграрный университет, 2026
© А.М. Дмитриев, Ф.Ф. Авсахов, И.Ю. Кузнецов, А.А. Катков,
Ф.А. Давлетов, А.М. Задорин, О.Ф. Колесникова

РЕФЕРАТ

Работа содержит: 26 страниц, 15 источников литературы, 1 приложение.

Ключевые слова: цифровое фенотипирование, горох посевной, *Pisum sativum* L., селекционный процесс, фенотипические признаки, протоколы оценки, изображения, компьютерное зрение, селекционные питомники.

Цель работы: Систематизация и описание стандартизированных методик инструментальной фенотипической оценки гороха посевного (*Pisum sativum* L.) для применения в селекционных программах и научно-исследовательской деятельности.

Методы: В работе представлены унифицированные протоколы оценки 26 ключевых селекционно-значимых признаков, включая:

- методы неразрушающего полевого сканирования делянок и индивидуальных растений с использованием мобильных платформ (RGB, мультиспектральные камеры, лидар);
- методы лабораторно-полевой паспортизации отобранных растений на стационарной фотостанции с калибровкой по цвету и масштабу;
- методики цифрового анализа архитектоники, продуктивности и устойчивости к болезням и полеганию;
- алгоритмы для отслеживания динамики развития и автоматизированного отбора перспективных генотипов.

Результаты работы: Разработан комплекс взаимодополняющих методик, обеспечивающих точную, воспроизводимую и сравнительную оценку фенотипических признаков гороха посевного. Методики включают детальное описание необходимого оборудования, инструментов, реактивов, пошаговых процедур проведения измерений и формул для расчёта итоговых показателей. Представленные протоколы позволяют стандартизировать процесс фенотипирования в селекционных питомниках и исследовательских опытах, что способствует повышению эффективности отбора перспективных генотипов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

I. Общие рекомендации	5
II. Требуемый материал	5
III. Проведение испытаний	5
IV. Методы и наблюдения	5
V. Объяснения и методы проведения учетов	7
Оцениваемые признаки	9
1. Строение листового аппарата растения	9
2. Тип развития	9
3. Окраска венчика цветка (крыльев и паруса).....	10
4. Окраска семян	10
5. Длина стебля	11
6. Количество междоузлий до первого боба.....	12
7. Количество продуктивных узлов.....	12
8. Количество бобов на растении	13
9. Масса семян с растения	13
10. Форма верхушки боба	14
11. Характер изогнутости боба	14
12. Длина боба.....	15
13. Ширина боба	16
14. Размер боба (интегральный показатель)	16
15. Площадь листовой поверхности.....	17
(для сортообразцов с листочковым строением листового аппарата).....	17
16. Дата наступления фазы «всходы»	17
17. Дата наступления фазы «бутонизация»	18
18. Дата наступления фазы «цветение»	18
19. Дата наступления фазы «формирование бобов»	19
20. Дата наступления фазы «полная спелость»	19
21. Продолжительность вегетационного периода.....	20
22. Продолжительность периода «цветение – формирование бобов».....	20
23. Устойчивость к полеганию	20
24. Устойчивость к мучнистой росе	21
25. Устойчивость к аскохитозу.....	21
СПИСОК АББРЕВИАТУР И СОКРАЩЕНИЙ	23
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	25

I. Общие рекомендации

Данная методика применима ко всем сортам гороха посевного (*Pisum sativum* L.), в том числе к сортам гороха полевого (пелюшки) и гороха зимующего.

II. Требуемый материал

1. Семена для испытания должны соответствовать по посевным качествам требованиям ГОСТ Р 52325-2005 «Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия» категории ЭС.
2. Семенной материал должен быть визуально здоровым, не иметь повреждений вредителями и поражений болезнями.
3. Семена могут быть обработаны химическими или биологическими препаратами, пестицидами. Информация об этом должна содержаться в сопроводительных документах к образцу семян.
4. Обработка семян и посевов средствами защиты растений проводится в профилактических целях и только препаратами, разрешенными к применению на территории проведения испытаний.
5. Все сравниваемые сорта (включая стандарты) должны обрабатываться одновременно, одним и тем же способом, и одинаковыми дозами препаратов для создания единого агрофона.
6. Запрещается применение регуляторов роста, красителей или любых других препаратов, способных напрямую влиять на темпы развития, морфологию или окраску растений, оцениваемые в рамках данной методики (скорость прохождения фенологических фаз, высоту растения, индекс NDVI и др.).
7. Применяемые препараты, их дозы и сроки обработки должны быть подробно зафиксированы в метаданных эксперимента.

III. Проведение испытаний

1. Полевое фенотипирование проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры для проявления соответствующих признаков сорта. При необходимости (браковка посевов вследствие гибели растений или других обстоятельств) фенотипирование повторяют в следующем году.
2. Параметры опыта. Параметры делянок должны соответствовать стандартным нормативам, чтобы система фенотипирования могла быть адаптирована без изменения существующей селекционной практики (таблица 1).

IV. Методы и наблюдения

4.1. Протоколы цифрового фенотипирования

Сбор данных осуществляется с помощью мобильной платформы, оснащенной системой навигации (GPS/ГЛОНАСС), высокоразрешающими RGB-камерами, мультиспектральными камерами и лидаром. Съемка проводится в безветренную погоду при равномерном освещении (в утренние/вечерние часы или в условиях сплошной облачности).

4.1.1. Протокол для многорядковых делянок (оценка целиком делянки)

Назначение: Сравнительная оценка и ранжирование линий в питомниках СП, КП, ПСИ, КСИ.

Фазы проведения: Критические фазы развития: бутонизация, цветение, налив бобов, полная спелость.

Параметры съемки:

–Высота захвата: 2-5 м (для обеспечения охвата всей ширины делянки).

–Разрешение снимка: не менее 0,5 см/пиксель.

Таблица 4.1. Рекомендуемые параметры делянок для полевого фенотипирования

Параметр	Диапазон значений	Комментарий и обоснование
Длина делянки	1,0 – 50,0 метров	Стандартный диапазон для большинства селекционных сеялок (1-50 м). Позволяет охватить все этапы: от гибридного питомника (1-5 м) до конкурсного испытания (10 м и более).
Ширина делянки (однорядковой)	0,15 – 0,30 метра (ширина одного рядка)	Соответствует междурядьям 15-30 см. Идеально для платформы, которая фенотипирует каждое растение индивидуально в ранних поколениях (F ₂ -F ₄).
Ширина делянки (многорядковой)	0,9 – 1,5 метра (при 6-10 рядках с междурядьем 15 см)	Платформа должна быть рассчитана на захват всей ширины делянки за один проход.
Площадь делянки (однорядковой)	0,15 – 3,0 м ²	Для детального анализа индивидуальных растений.
Площадь делянки (многорядковой)	От 3 м ² (для делянки от 2 м x 1,5 м)	Для оценки и отбора целиком делянок.

Оцениваемые признаки и методы их определения:

- Проективное покрытие и индексы вегетации (NDVI): расчет по данным мультиспектральной съемки.
- Высота полога: определяется по данным лидара или по стереоизображениям.
- Однородность стеблестоя: анализ распределения высоты и плотности растительного покрова.
- Динамика развития и наступление фенологических фаз: сравнение снимков, сделанных в разные даты.
- Полегаемость: оценка угла наклона стеблестоя по 3D-модели, построенной на основе лидара.

4.1.2. Протокол для однорядковых делянок (идентификация и отбор индивидуальных растений)

Назначение: Выявление и паспортизация перспективных индивидуальных растений в гибридных (F₂-F₄) и селекционных питомниках.

Фазы проведения: фазы (наиболее информативные для отбора) цветение, формирование бобов, молочно-восковая спелость.

Параметры съемки:

- Высота захвата: 0,5-1,5 м.
- Разрешение снимка: не менее 0,1-0,2 см/пиксель.
- Оцениваемые признаки и методы их определения:
- Высота растения: по эталону масштаба, вносимому в кадр.
- Количество междоузлий и продуктивных узлов: подсчет алгоритмами компьютерного зрения.
- Количество бобов: оценка с помощью алгоритмов детекции объектов (с указанием вероятности погрешности из-за скрытых бобов).
- Признаки болезней: сегментация и классификация пораженных участков на листьях и стеблях.
- Строение листового аппарата растения (безлисточковый/листочковый): Классификация на основе обученной нейросетевой модели.
- Метод маркировки: растения, соответствующие заданным селекционером критериям

(например, рейтинг > 80-й процентиля), автоматически фиксируются системой по GPS-координатам. Формируется электронный паспорт растения с его изображением и предварительными параметрами для последующей полевой верификации селекционером.

4.1.3. Протокол стационарной паспортизации

Назначение: точная количественная оценка отобранных растений после их выкопки/срезания.

Процедура: отобранные растения переносятся на стационарную фотостанцию, оснащенную калибровочным фоном, эталонами масштаба и цвета (ColorChecker), и системой стабилизированного освещения.

V. Объяснения и методы проведения учетов

Настоящий раздел регламентирует порядок, сроки и методику сбора фенотипических данных с применением методов цифрового фенотипирования и традиционных методов.

5.1. Классификация методов учетов

Учеты подразделяются на два взаимодополняющих типа:

1. Неразрушающие полевые учеты: проводятся непосредственно на делянках с помощью мобильной платформы цифрового фенотипирования.
2. Лабораторно-полевые (выборочно-разрушающие) учеты: проводятся на отобранных образцах растений на стационарной фотостанции с последующим ручным анализом.

5.2. Программа и методика неразрушающих полевых учетов

Учеты проводятся мобильной платформой в ключевые фазы развития растений. Данные привязываются к геокоординатам делянки и/или индивидуального растения.

Таблица 5.1. Программа неразрушающих полевых учетов

№	Учитываемый признак	Фаза учета	Метод и инструмент учета	Алгоритм расчета / пояснения
1.	Фенологическая фаза (по ВВСН)	Весь период вегетации	Анализ серии изображений с RGB-камер.	Модель классификации определяет доминирующую фазу на делянке на основе видимых морфологических изменений (появление бутонов, цветков, бобов).
2.	Высота полога / растения	Бутонизация – полная спелость	Лидар или стереосъемка с RGB-камер.	Для делянки: строится 3D- модель (цифровая модель рельефа, DSM), определяется разница между высотой полога и высотой почвы. Для индивид. растения: измеряется длина главного стебля.
3.	Индекс вегетации (NDVI)	Весь период вегетации	Мультиспектральная камера.	Расчет по формуле: $(NIR - Red) / (NIR + Red)$. Отражает фотосинтетическую активность и уровень стресса.
4.	Проективное покрытие (%)	Весь период вегетации	Сегментация изображения с RGB-камеры.	Алгоритм отделяет пиксели растительности от пикселей почвы. Рассчитывается как отношение площади растительности к общей площади делянки.
5.	Архитектоника (Строение листового аппарата)	Фаза 3-5 листьев – цветение	Классификация изображений с RGB-камеры.	Нейросетевая модель классифицирует растения на "листочковый", "безлисточковый", "усатолисточковый"(хамелеон) на основе структуры листового аппарата.

№	Учитываемый признак	Фаза учета	Метод и инструмент учета	Алгоритм расчета / пояснения
6.	Признаки полегания	Конец вегетации	Лидар.	Рассчитывается средний угол отклонения стеблей от вертикали по 3D-модели делянки.
7.	Визуальные признаки болезней	Фазы наибольшего проявления	Сегментация и классификация изображений (RGB + мультиспектр).	Алгоритм выделяет область поражения (пятна, хлорозы, некрозы) и оценивает ее процент от общей площади растения/делянки. Используется цветокоррекция по эталону.

5.3. Программа и методика лабораторно-полевых учетов

Учеты проводятся на растениях, отобранных в полевых условиях и доставленных на стационарную фотостанцию.

Процедура подготовки образца:

1. Отобранное растение размещается на калибровочном столе с матовым белым/черным фоном.
2. В кадр размещаются калибровочные эталоны: линейка (масштаб) и ColorChecker (цвет).
3. Проводится серия стандартизированных снимков (вид сверху, сбоку, детальные снимки узлов, бобов).

Таблица 5.2. Программа лабораторно-полевых учетов

№	Учитываемый признак	Метод и инструмент учета	Алгоритм расчета / пояснения
1.	Количество продуктивных узлов	Ручной подсчет или цифровой анализ изображения	Подсчет узлов, несущих бобы.
2.	Количество бобов на растении	Ручной подсчет с верификацией по цифровому снимку	Общее количество бобов. Цифровой снимок служит для контроля и обучения модели.
3.	Количество семян на растении	Ручной подсчет и взвешивание	Общее количество и масса семян с растения.
4.	Длина и ширина боба	Цифровое измерение по изображению с использованием эталона масштаба	Автоматическое измерение по 5 типичным бобам со среднего яруса.
5.	Форма боба	Цифровая классификация изображения боба	Модель относит боб к одному из классов: "прямой", "слабоизогнутый", "саблевидный" и т.д., на основе контура и типа верхушки.
6.	Площадь листовой поверхности	Цифровой анализ изображения "вид сверху"	Алгоритм сегментирует листовой аппарат и вычисляет площадь в см ² , используя эталон масштаба.
7.	Высота растения	Цифровое измерение по изображению "вид сбоку"	Измерение длины главного стебля от основания до точки прикрепления самого верхнего листа.

5.4. Валидация данных и контроль качества

- Перекрестная проверка: не менее 10-15% данных, полученных цифровыми методами, должны проходить выборочную проверку традиционными ручными измерениями.
- Калибровка оборудования: перед началом каждого сезона полевых работ проводится калибровка камер и датчиков.
- Эталоны: все цифровые измерения, связанные с размером и цветом, должны проводиться

только при наличии в кадре соответствующих калибровочных эталонов.

Оцениваемые признаки

1. Строение листового аппарата растения

Принцип метода: визуальная и алгоритмическая классификация архитектоники надземной части растения на основе структуры листового аппарата.

Необходимое оборудование:

- Мобильная платформа цифрового фенотипирования;
- Стационарная фотостанция.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- Атлас строения листового аппарата гороха;
- Этикетки для маркировки растений.

Подготовка к измерению:

- Осмотр растений проводят в фазу 3–5 настоящих листьев и в фазу цветения;
- Для цифрового метода обеспечивают равномерное освещение и размещение калибровочных эталонов.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Визуально оценить структуру листового аппарата растения.
2. Сравнить с эталонными образцами из атласа строения листового аппарата.
3. Зафиксировать доминирующий тип архитектоники.

Цифровой метод:

1. Провести съёмку растений с высоты 0,5–1,5 м.
2. Выполнить классификацию изображений с помощью обученной нейросетевой модели.
3. Определить строение листового аппарата на основе анализа структуры листового аппарата.

Обработка результатов:

Растению присваивается индекс в соответствии со шкалой:

- 1 -листочковый (обычный);
- 2 -безлисточковый (afila) (усатый);
- 3 -усатолисточковый (хамелеон);
- 4 -акациевидный;
- 5 -многократнонерпарноперистый.



листочковый
(обычный)



безлисточковый
(afila) (усатый)



акациевидный



многократнонерпарноперистый

2. Тип развития

Принцип метода: определение характера роста главного стебля по наличию или отсутствию верхушечного цветка/соцветия.

Необходимое оборудование:

- Фотоаппарат с макросъёмкой;
- Биноклярный микроскоп (при необходимости).

Подготовка к измерению:

- Оценку проводят в конце вегетации;

- Отбирают репрезентативные растения из разных частей делянки.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Осмотреть верхушку главного стебля.
2. Определить наличие верхушечного цветка/соцветия.
3. Зафиксировать характер роста: детерминантный (с верхушечным цветком) или индетерминантный (без верхушечного цветка).

Цифровой метод:

1. Выполнить 3D-сканирование растений.
2. Провести анализ структуры побега алгоритмами компьютерного зрения.
3. Классифицировать тип развития по наличию/отсутствию верхушечного цветка.

Обработка результатов:

- 1 -детерминантный;
- 9 -индетерминантный.

3. Окраска венчика цветка (крыльев и паруса)

Принцип метода: визуальная и инструментальная оценка цвета лепестков цветка в фазе массового цветения.

Необходимое оборудование:

- Мобильная платформа с RGB-камерой;
- Спектрометр (при необходимости).

Необходимые инструменты и принадлежности:

- Цветовой эталон ColorChecker;
- Атлас окраски цветков гороха.

Химические реактивы:

- Не требуются.

Подготовка к измерению:

- Оценку проводят в утренние часы при полном раскрытии цветков (216-218);
- Для цифрового метода обеспечивают равномерное освещение без бликов.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Визуально оценить окраску венчика полностью раскрытого цветка.
2. Сравнить с эталонными образцами из атласа.
3. Зафиксировать преобладающий цвет.

Цифровой метод:

1. Выполнить съёмку цветков с размещением в кадре ColorChecker.
2. Провести цветокоррекцию изображений.
3. Выполнить классификацию окраски алгоритмами машинного обучения.

Обработка результатов:

- 1 -белая с розовым румянцем;
- 2 -розовая;
- 3 -красновато-пурпурная;
- 4 -белая;
- 5 -беловато-кремовая;
- 6 -кремовая

4. Окраска семян

Принцип метода: визуальная и инструментальная оценка основного цвета и рисунка семенной кожуры зрелых семян.

Необходимое оборудование:

- Стационарная фотостанция с системой освещения;

- Сканер семян высокого разрешения.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- Цветовой эталон ColorChecker;
- Атлас окраски семян гороха;
- Чашки Петри для размещения семян.

Подготовка к измерению:

- Оценку проводят на полностью зрелых, просушенных семенах (ВВСН 320);
- Обеспечивают равномерное бестеневое освещение.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Разместить не менее 20 семян от одного растения на белом фоне (VG).
2. Визуально оценить основной цвет семенной кожуры.
3. Определить наличие и характер рисунка (пятнистость, мраморность).
4. Сравнить с эталонными образцами.

Цифровой метод:

1. Выполнить сканирование семян с размещением ColorChecker в кадре.
2. Провести цветокоррекцию изображений.
3. Выполнить сегментацию и классификацию окраски алгоритмами компьютерного зрения.

Обработка результатов:

- 1 -светлая;
- 2 -тёмная;
- 3 -с пятнами;
- 4 -без рисунка.

5. Длина стебля

Принцип метода: измерение расстояния от поверхности почвы до точки крепления самого верхнего листа.

Необходимое оборудование:

- Мобильная платформа с лидаром/стереокамерой;
- Стационарная измерительная стойка.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- Измерительная линейка или рулетка;
- Эталон масштаба для цифровой съёмки.

Подготовка к измерению:

- Измерения проводят в стадию роста и развития растений гороха (ВВСН 240-250);
- Метод учета признака: MS.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Установить линейку вертикально вдоль растения.
2. Измерить расстояние от поверхности почвы до основания самого верхнего листа.
3. Для каждого генотипа измерить не менее 10 растений.

Цифровой метод:

1. Выполнить съёмку растений с высоты 0,5–1,5 м с эталоном масштаба.
2. Построить 3D-модель растения по данным лидара.
3. Рассчитать высоту как разницу между высотой полога и почвы.

Обработка результатов:

Измерения проводят в см, с последующим ранжированием:

- 1 -карликовые (<50 см);
- 2 -полукарликовые (50–80 см);
- 3 -среднерослые (80–150 см);
- 4 -высокорослые (150-180 см).

5 – очень высокорослые (>180 см)

6. Количество междоузлий до первого боба

Принцип метода: Подсчёт общего числа междоузлий на главном стебле растения.

Необходимое оборудование:

- Мобильная платформа с RGB-камерой высокого разрешения;
- Стационарная фотостанция.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- Пинцет анатомический;
- Лупа ручная (10×).

Подготовка к измерению:

- Подсчёт проводят в фазе полной спелости;
- Растения должны быть неповреждёнными.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Аккуратно очистить главный стебель от остатков листьев.
2. Последовательно подсчитать все междоузлия от основания до верхушки.
3. Включить в подсчёт первые два узла с «чешуйчатыми» листьями.

Цифровой метод:

1. Выполнить съёмку главного стебля с высоким разрешением.
2. Провести сегментацию изображения и выделение контура стебля.
3. Автоматически подсчитать междоузлия по алгоритму анализа кривизны.

Обработка результатов:

Абсолютные значения с последующим ранжированием:

- 1 -малое (<10);
- 2 -среднее (10–15);
- 3 -большое (>15).

7. Количество продуктивных узлов

Принцип метода: подсчёт числа узлов на главном стебле, несущих бобы.

Необходимое оборудование:

- Мобильная платформа с мультиспектральной камерой;
- Стационарная фотостанция.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- Пинцет;
- Лупа.

Подготовка к измерению:

- Подсчёт проводят в фазе полной спелости;
- Растения должны иметь полностью сформированные бобы.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Осмотреть главный стебель растения.
2. Подсчитать узлы, на которых имеются бобы (даже опавшие).
3. Зафиксировать общее количество продуктивных узлов.

Цифровой метод:

1. Выполнить мультиспектральную съёмку растений.
2. Провести анализ распределения бобов по узлам.
3. Автоматически определить узлы, содержащие бобы.

Обработка результатов:

Абсолютные значения с последующим ранжированием:

- 1 -малое (<5);
- 2 -среднее (5–8);
- 3 -большое (>8).

8. Количество бобов на растении

Принцип метода: подсчёт общего числа бобов на главном и боковых побегах растения.

Необходимое оборудование:

- Мобильная платформа для круговой съёмки (360°);
- Весы аналитические.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- Скальпель ботанический;
- Перчатки латексные.

Подготовка к измерению:

- Подсчёт проводят в фазе полной спелости;
- Растения должны быть неповреждёнными.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Аккуратно отделить все бобы с растения.
2. Подсчитать общее количество бобов.
3. Учитывать бобы на главном стебле и боковых побегах.

Цифровой метод:

1. Выполнить круговую съёмку растения с 4–8 сторон.
2. Провести 3D-реконструкцию растения.
3. Использовать алгоритмы детекции объектов для подсчёта бобов.

Обработка результатов:

Абсолютные значения с последующим ранжированием:

- 1 -низкая (<10);
- 2 -средняя (10–20);
- 3 -высокая (>20).

9. Масса семян с растения

Принцип метода: взвешивание общей массы семян, собранных с одного растения.

Необходимое оборудование:

- Весы аналитические с точностью 0,01 г;
- Сушильный шкаф.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- Пакеты бумажные для сбора семян;
- Маркеры для подписи.

Химические реактивы:

- Silica gel для просушки семян.

Подготовка к измерению:

- Семена должны быть полностью зрелыми и просушенными до постоянной массы;
- Влажность семян не более 14 %.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Собрать все семена с одного растения.
2. Просушить до постоянной массы при температуре 30–35 °С.
3. Взвесить на аналитических весах с точностью до 0,01 г.

Цифровой метод:

1. Провести косвенную оценку через объём семян по 3D-сканированию.
2. Выполнить калибровку алгоритма по данным ручных измерений.

Обработка результатов:

Абсолютные значения в граммах с последующим ранжированием:

- 1 – очень низкая (<8 г.)
- 2 -низкая (8-16 г.);

- 3 -средняя (17-24 г);
- 4 -высокая (25-32 г);
- 5 – очень высокая (>32 г).

10. Форма верхушки боба

Принцип метода: Визуальная и инструментальная оценка характера окончания боба.

Необходимое оборудование:

- Стереомикроскоп;
- Стационарная фотостанция с макросъёмкой.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- Атлас форм бобов гороха;
- Штангенциркуль электронный;
- Пинцет анатомический.

Подготовка к измерению:

- Оценку проводят в фазе молочно-восковой спелости;
- Отбирают типичные, хорошо развитые бобы со среднего яруса.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Визуально оценить характер окончания боба.
2. Сравнить с эталонными образцами из атласа.
3. Зафиксировать форму верхушки.

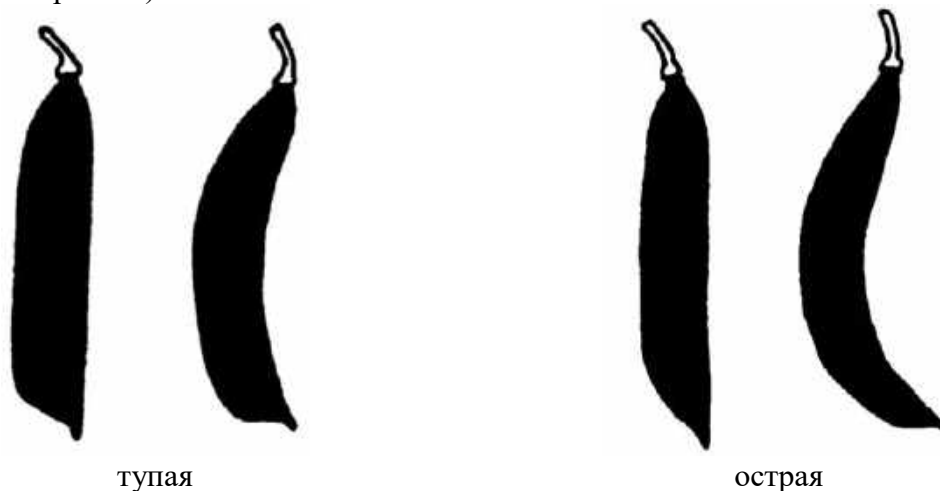
Цифровой метод:

1. Выполнить макросъёмку бобов с эталоном масштаба.
2. Провести анализ силуэта и кривизны контура.
3. Классифицировать форму верхушки по алгоритму машинного обучения.

Обработка результатов:

Наблюдения проводят только на сортах без утолщенной створки (см. рисунок).

- 1 -тупая;
- 2 -острая (заострённая).



11. Характер изогнутости боба

Принцип метода: оценка степени и типа кривизны боба.

Необходимое оборудование:

- Фотостанция с контурным освещением;
- Система для профилометрии.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- Атлас изогнутости бобов;
- Гибкие шаблоны кривизны;
- Пинцет.

Подготовка к измерению:

- Оценку проводят в фазе молочно-восковой спелости;
- Бобы должны быть свежими, без механических повреждений.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Разместить боб на плоской поверхности.
2. Оценить степень и тип кривизны.
3. Сравнить с эталонными шаблонами из атласа.

Цифровой метод:

1. Выполнить сканирование боба с высоким разрешением.
2. Построить 3D-модель боба.
3. Проанализировать кривизну по эталонным шаблонам.

Обработка результатов:

Наблюдения проводят на полностью развитых зеленых бобах.

- 1 -отсутствует или очень слабая;
- 2 -слабая;
- 3 -средняя;
- 4 -сильная;
- 5 -очень сильная.



12. Длина боба

Принцип метода: Измерение расстояния от основания до верхушки боба.

Необходимое оборудование:

- Цифровая измерительная система;
- Сканер с высоким разрешением.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- Линейка измерительная с ценой деления 1 мм;
- Штангенциркуль;
- Эталон масштаба для цифровой съёмки.

Подготовка к измерению:

- Измерения проводят в фазы молочно-восковой и полной спелости;
- Отбирают не менее 5 типичных бобов со среднего яруса.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Разместить боб на ровной поверхности.
2. Измерить расстояние от основания до верхушки линейкой или штангенциркулем.

3. Повторить для 5 бобов с растения.

Цифровой метод:

1. Выполнить сканирование бобов с эталоном масштаба.
2. Автоматически измерить длину по осевой линии.
3. Усреднить результаты по 5 бобам.

Обработка результатов:

Измерения в см с последующим ранжированием:

- 1 -короткий (<4,5 см);
- 2 -средний (4,5–6 см);
- 3 -длинный (>6 см).

13. Ширина боба

Принцип метода: измерение максимальной ширины в самой широкой части боба.

Необходимое оборудование:

- Микроскоп измерительный;
- Система машинного зрения.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- Штангенциркуль электронный;
- Линейка с миллиметровыми делениями;
- Эталон масштаба.

Подготовка к измерению:

- Измерения проводят в фазы молочно-восковой и полной спелости;
- Бобы должны быть неповреждёнными.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Определить самую широкую часть боба.
2. Измерить ширину перпендикулярно осевой линии штангенциркулем.
3. Повторить для 5 бобов с растения.

Цифровой метод:

1. Выполнить ортогональную съёмку бобов.
2. Автоматически определить максимальную ширину.
3. Усреднить результаты измерений.

Обработка результатов:

Измерения в см или мм с последующим ранжированием:

- 1 -узкий (<1,0 см);
- 2 -средний (1,0–1,4 см);
- 3 -широкий (>1,4 см).

14. Размер боба (интегральный показатель)

Принцип метода: комплексная классификация бобов на основе комбинации длины и ширины.

Необходимое оборудование:

- Система машинного зрения;
- Калибровочные эталоны.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- Набор калибровочных шаблонов;
- Атлас размеров бобов.

Подготовка к измерению:

- Оценку проводят в фазы молочно-восковой и полной спелости;
- Измеряют не менее 5 бобов с растения.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Измерить длину и ширину боба (методики 12 и 13).
2. Сопоставить полученные значения с классификационной сеткой.
3. Определить категорию размера.

Цифровой метод:

1. Автоматически измерить длину и ширину боба.
2. Рассчитать интегральный показатель по алгоритму классификации.
3. Отнести боб к соответствующей категории.

Обработка результатов:

- 1 -мелкий (3,5–4,5 см × ~1,0 см);
- 2 -средний (4,5–6,0 см × ~1,4 см);
- 3 -крупный (9–15 см × 2,0–2,5 см).

15. Площадь листовой поверхности

(для сортообразцов с листочковым строением листового аппарата)

Принцип метода: определение суммарной площади всех листьев и прилистников одного растения.

Необходимое оборудование:

- Сканер листовой поверхности;
- Мультиспектральная камера;
- Планшетный сканер.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- Плёнка для ламинирования листьев (опционально);
- Ножницы ботанические;
- Пинцет.

Подготовка к измерению:

- Измерения проводят в фазы бутонизации, начала цветения и налива бобов;
- Растения должны быть неповреждёнными.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Аккуратно отделить все листья и прилистники.
2. Отсканировать на планшетном сканере с эталоном масштаба.
3. Провести сегментацию и расчёт площади в специализированном ПО.

Цифровой метод:

1. Выполнить мультиспектральную съёмку растения.
2. Провести сегментацию листового аппарата.
3. Рассчитать площадь по эталону масштаба.

Обработка результатов:

Абсолютные значения в см² с последующим ранжированием:

- 1 -малая (<500 см²);
- 2 -средняя (500–1000 см²);
- 3 -большая (>1000 см²).

16. Дата наступления фазы «всходы»

Принцип метода: Фиксация даты появления молодых сеянцев с первым развитым чешуйчатым листом на поверхности почвы.

Необходимое оборудование:

- Система постоянного мониторинга с камерами;
- Стационарные фоторегистраторы.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- Этикетки полевые;
- Полевой журнал.

Подготовка к измерению:

- Наблюдения проводят ежедневно с момента посева;
- Делянки должны быть чистыми от сорняков.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Ежедневно осматривать делянки.
2. Зафиксировать дату, когда 75 % растений показали семядоли на поверхности.
3. Внести дату в полевой журнал.

Цифровой метод:

1. Настроить систему ежедневной автоматической съёмки.
2. Использовать алгоритм обнаружения семядолей на изображениях.
3. Автоматически определить дату достижения 75 % всходов.

Обработка результатов:

Абсолютная дата и дни от посева до всходов. Всходы (ВВСН 16) - от сухого семени до появления первых ростков над поверхностью почвы. Признаки: появление молодых сеянцев с первым развитым чешуйчатым листом

17. Дата наступления фазы «бутонизация»

Принцип метода: Фиксация даты появления первых бутонов на растениях.

Необходимое оборудование:

- Система мониторинга с камерами высокого разрешения;
- Портативные увеличительные приборы.

Подготовка к измерению:

- Наблюдения проводят ежедневно с фазы 5–6 листьев;
- Особое внимание уделяют верхним узлам.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Ежедневно осматривать растения.
2. Зафиксировать дату появления первых бутонов на 50 % растений.
3. Отметить дату в журнале наблюдений.

Цифровой метод:

1. Настроить автоматическое обнаружение бутонов на изображениях.
2. Использовать классификацию объектов по форме и цвету.
3. Определить дату достижения 50 % растений с бутонами.

Обработка результатов:

Абсолютная дата и дни от посева. Бутонизация (ВВСН 51–59) - появление и массовое формирование бутонов, готовых к раскрытию. Признаки: верхушки растения усыпаны зелёными бутонами, на ощупь они плотные. В пазухах листьев на главном стебле и его разветвлениях последовательно снизу вверх закладываются бутоны.

18. Дата наступления фазы «цветение»

Принцип метода: фиксация даты распускания первых цветков.

Необходимое оборудование:

- Система мониторинга с возможностью макросъёмки;
- Портативные фотоаппараты.

Подготовка к измерению:

- Наблюдения проводят ежедневно с начала бутонизации;
- Учитывают только полностью раскрытые цветки.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Ежедневно осматривать растения.
2. Зафиксировать дату распускания первых цветков на 75 % растений.
3. Внести дату в журнал.

Цифровой метод:

1. Настроить алгоритм обнаружения раскрытых цветков.
2. Использовать анализ цвета и формы.
3. Автоматически определить дату достижения 75 % цветения.

Обработка результатов:

Абсолютная дата и дни от посева. Цветение (ВВСН 60–69) - от раскрытия первого цветка до завершения цветения. Признаки: ярко выражены цветки, в зависимости от сорта - белые или розовые, массовое цветение хорошо заметно. Первые почки цветков появляются в пазухах листьев более старых узлов, последующие - в апикальном верхушечном направлении.

19. Дата наступления фазы «формирование бобов»

Принцип метода: Фиксация даты появления первых видимых молодых бобов.

Необходимое оборудование:

- Система мониторинга с камерами высокого разрешения;
- Биноклярные лупы.

Подготовка к измерению:

- Наблюдения проводят ежедневно после окончания цветения;
- Учитывают бобы длиной от 0,5 см.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Ежедневно осматривать растения.
2. Зафиксировать дату появления первых молодых бобов на 50 % растений.
3. Отметить дату в журнале.

Цифровой метод:

1. Настроить алгоритм обнаружения молодых бобов.
2. Использовать анализ формы и размера объектов.
3. Автоматически определить дату достижения 50 % растений с бобами.

Обработка результатов:

Абсолютная дата и дни от посева.

20. Дата наступления фазы «полная спелость»

Принцип метода: Фиксация даты, когда бобы приобрели типичную окраску и твёрдость.

Необходимое оборудование:

- Система мониторинга с мультиспектральными камерами;
- Твердомер для семян.

Необходимые инструменты и принадлежности:

- Пресс для вскрытия бобов;
- Цветовые эталоны спелости.

Подготовка к измерению:

- Наблюдения проводят ежедневно с начала пожелтения бобов;
- Оценивают не менее 20 случайно выбранных растений.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Ежедневно осматривать растения.
2. Зафиксировать дату, когда 90 % бобов приобрели типичную окраску и стали твёрдыми.
3. Проверить твёрдость семян на раздавливание.

Цифровой метод:

1. Настроить анализ цвета и текстуры бобов по изображениям.
2. Использовать мультиспектральные индексы для оценки спелости.
3. Автоматически определить дату достижения 90 % спелости.

Обработка результатов:

Созревание (ВВСН 81–89) - от начала пожелтения бобов до полной спелости семян, готовых к уборке. Признаки: Бобы начинают желтеть, растение теряет зелёный окрас. Бобы и стебли подсыхают - культура готовится к уборке. Важно: за начало наступления фазы принимают периоды, когда в неё вступали более 50% растений.

21. Продолжительность вегетационного периода

Принцип метода: Расчёт количества дней от всходов до полной спелости.

Необходимое оборудование:

- Система сбора и обработки фенологических данных;
- Программное обеспечение для статистического анализа.

Подготовка к измерению:

- Требуются точные данные по методикам 17 и 21;
- Все даты должны быть зафиксированы в единой системе учёта.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Взять дату полной спелости (методика 21).
2. Вычесть дату всходов (методика 17).
3. Получить продолжительность вегетационного периода в днях.

Цифровой метод:

1. Автоматически рассчитать разницу между датами.
2. Усреднить результаты по делянке.
3. Внести данные в базу.

Обработка результатов:

Абсолютная дата и дни от посева с ранжированием гороха на группы спелости:

- 1 - очень ранний < 55 дней
- 2 - ранний (55-64 дня);
- 3 - средний (65-84 дней);
- 4 - поздний (85-94 дней);
- 5 - очень поздний (95 и более дней).

22. Продолжительность периода «цветение – формирование бобов»

Принцип метода: расчёт периода успешного опыления и завязывания бобов.

Необходимое оборудование:

- Система фенологического мониторинга;
- База данных с временными метками.

Подготовка к измерению:

- Требуются точные данные по методикам 19 и 20;
- Все даты должны быть синхронизированы.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Взять дату формирования бобов (методика 20).
2. Вычесть дату цветения (методика 19).
3. Получить продолжительность периода в днях.

Цифровой метод:

1. Автоматически рассчитать разницу между датами.
2. Провести статистическую обработку данных по делянке.

Обработка результатов:

Абсолютные значения в днях.

23. Устойчивость к полеганию

Принцип метода: оценка способности растений противостоять полеганию под действием

внешних факторов.

Необходимое оборудование:

- Лидар для построения 3D-моделей;
- Угломеры электронные;
- Система создания контролируемой ветровой нагрузки.

Подготовка к измерению:

- Оценку проводят в конце вегетации;
- Учитывают естественное полегание после дождей и ветров.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Визуально оценить угол наклона стеблестоя.
2. Определить процент полегших растений.
3. Оценить общее состояние стеблестоя.

Цифровой метод:

1. Построить 3D-модель делянки по данным лидара.
2. Рассчитать средний угол отклонения стеблей от вертикали.
3. Проанализировать пространственное распределение полегания.

Обработка результатов:

9-балльная шкала:

- 9 баллов -устойчив (растения вертикальные);
- 5 баллов -средне (угол наклона 15–45°);
- 1 балла -сильно полегает (угол наклона >45°).

24. Устойчивость к мучнистой росе

Принцип метода: Оценка степени поражения мучнисторостыми грибами.

Необходимое оборудование:

- Мультиспектральная камера для выявления хлорозов;
- Микроскоп для идентификации патогена;
- Камеры с УФ-подсветкой.

Химические реактивы:

- Раствор для стерилизации инструментов;
- Реактивы для микологического анализа.

Подготовка к измерению:

- Оценку проводят в фазы цветения – налива бобов;
- Учитывают естественное или искусственное заражение.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Визуально оценить процент поражённой площади листьев и стеблей.
2. Определить тип и интенсивность налёта.
3. Зафиксировать распространённость заболевания.

Цифровой метод:

1. Выполнить мультиспектральную съёмку растений.
2. Провести сегментацию поражённых участков.
3. Рассчитать процент поражённой площади.

Обработка результатов:

9-балльная шкала:

- 9 баллов -устойчив (поражение 0–5 %);
- 5 баллов -восприимчив (поражение 6–30 %);
- 1 балла -сильно восприимчив (поражение >30 %).

25. Устойчивость к аскохитозу

Принцип метода: Оценка степени поражения аскохитозом.

Необходимое оборудование:

- Система макrofотосъёмки высокого разрешения;
- Микроскоп с цифровой камерой;
- Спектрорадиометр.

Химические реактивы:

- Спирт этиловый для стерилизации;
- Реактивы для фитопатологического анализа.

Подготовка к измерению:

- Оценку проводят в фазы цветения – налива бобов;
- Учитывают поражение листьев, стеблей и бобов.

Проведение измерения:

Ручной метод:

1. Визуально оценить площадь некрозов и пятен.
2. Определить тип и цвет поражений.
3. Оценить распространённость на растении.

Цифровой метод:

1. Выполнить RGB-съёмку с высоким разрешением.
2. Провести сегментацию некрозов и пятен.
3. Рассчитать процент поражённой площади.

Обработка результатов:

9-балльная шкала:

- 9 баллов -устойчив (поражение 0–5 %);
- 5 баллов -восприимчив (поражение 6–30 %);
- 1 балла -сильно восприимчив (поражение >30 %).

СПИСОК АББРЕВИАТУР И СОКРАЩЕНИЙ


- RGB** -Красный, Зеленый, Синий (цветовая модель)
NDVI -Normalized Difference Vegetation Index (Нормализованный относительный индекс растительности)
NIR -Near Infrared (Ближний инфракрасный диапазон)
GPS -Global Positioning System (Система глобального позиционирования)
ГЛОНАСС -Глобальная навигационная спутниковая система
LiDAR -Light Detection and Ranging (Оптический метод обнаружения и определения дальности)
ЦМР -Цифровая модель рельефа
F₂-F₄ -Второе-четвертое поколения гибридов
СП -Селекционный питомник
КП -Контрольный питомник
ПСИ -Питомник предварительного сортоиспытания
КСИ -Питомник конкурсного сортоиспытания
ВВСН -Единая система кодирования фенологических фаз культурных растений
ColorChecker -Калибровочная мишень для цветокоррекции
VG -Визуальная групповая оценка
VS -Визуальная оценка отдельных растений
MG -Измерение группы растений **MS** -Измерение отдельных растений **QN** - Количественный признак
QL -Качественный признак
PQ -Псевдокачественный признак

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК






1. Biddle A. J., Knott C. M. The Pea Growing Handbook / G. P. Gent (Ed.). 6th ed. Peterborough: Processors and Growers Research Organisation, 1988. 214 p.
2. Blixt S. Mutation Genetics in *Pisum* // *Agri. Hort. Genet.* 1972. Vol. 30. P. 1–293.
3. Casey R., Davies D. R. Peas: Genetics, Molecular Biology and Biotechnology. Wallingford: CAB International, 1993. 266 p.
4. Cousin R. Les pois. Étude génétique des caractères, classification, caractéristiques variétales. Paris: Institut national de la recherche agronomique, 1974. 188 p.
5. Gallais A., Bannerot H. Amélioration des espèces végétales cultivées. Objectifs et critères de sélection. Paris: Éditions Quae, 1992. 384 p.
6. Hagedorn D. J. Compendium of Pea Diseases. Minnesota: The American Phytopathological Society, 1984. 57 p.
7. Hedrick U. P. The Vegetables of New York. Vol. 1, Part I: Peas. Albany: New York Agricultural Experiment Station, 1928. 135 p.
8. Khvostova V. V. Genetics and Breeding of Peas. New Delhi: Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd., 1983. 269 p.
9. Lamprecht H. Monographie der Gattung *Pisum*. Graz: Steiermarkische Landesdruckerei, 1974. 348 p.
10. Makasheva R. Kh. The Pea. New Delhi: Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd., 1983. 278 p.
11. Marx G. A. Classification, Genetics and Breeding // *The Physiology of the Garden Pea* / J. F. Sutcliffe, J. S. Pate (Eds.). London: Academic Press, 1977. P. 21–44.
12. Murfet I. C. Physiology of the garden pea // *CRC Handbook of Flowering* / A. H. Halevy (Ed.). Boca Raton: CRC Press, 1985. Vol. IV. P. 97–126.
13. Murfet I. C., Reid J. B. The control of flowering and internode length in *Pisum* // *The Pea Crop – a basis for improvement* / P. D. Hebblethwaite, M. C. Heath, T. C. K. Dawkins (Eds.). London: Butterworths, 1985. P. 67–80.
14. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. Москва: Стандартинформ, 2006. 45 с.
15. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Москва: Госсорткомиссия, 1989. Вып. 2. 194 с.
16. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Горох (*Pisum sativum* L. sensu lato) // Официальный бюллетень Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений при Минсельхозе России. 1995. № 10. С. 703–770.

КЛЮЧ К СТАДИЯМ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ ГОРОХА

Ключ	Общее описание
0	<u>Прорастание</u>
00	Сухие семена
10	Рост сеянцев (проростков)
16	Молодой сеянец с первым развитым чешуйчатым листом
18	Молодой сеянец со вторым развитым чешуйчатым листом
20	Первая пара прилистников на третьем узле полностью открыта
22	Прилистники на четвертом узле полностью открыты
25	Прилистники на пятом узле полностью открыты
28	Прилистники на шестом узле полностью открыты
30	<u>Вегетативный рост</u>
31	Прилистники на седьмом узле полностью открыты
34	Прилистники на восьмом узле полностью открыты
40	Прилистники на десятом узле полностью открыты
n	Прилистники на N узле полностью открыты
200	<u>Репродуктивная стадия</u>
200	Появление первого цветка
206	Развитие первого цветочного бутона, закрытого в прилистниках
208	Развитие и иногда удлинение цветоноса
210	Появление первого цветочного бутона из прилистников
212	Появление паруса из чашечки
214	Открытие паруса и появление крыльев (весел)
216	Слабое открытие крыльев (весел) так, что видна лодочка
218	Парус почти полностью открыт
220	Парус начинает сминаться по краям
222	Парус и крылья (весла) проявляют признаки усыхания (увядания)
224	Появление первого плоского боба
226	Удлинение плоского боба с ясно видимыми семязачатками
230	Утолщение семязачатков и слабое утолщение створок
235	Зеленые семена округлились и начинают слабо твердеть; бобы почти полностью разбухли или развились
240	Зеленые семена твердые, начинают накапливать крахмал; бобы полностью развиты или разбухли
245	Зеленые семена бледнеют, семенная кожура плотнеет, боб начинает терять цвет
250	Стебель и нижние листья становятся желтоватыми
255	Семена высыхают и становятся желтовато-зелеными; боб начинает сморщиваться
260	Нижние листья становятся сухими по краям
265	Семена желтовато-зеленые; бобы сморщенные, светло-зеленые
270	Нижние листья становятся сухими и бумажными
275	Семена желтовато-белые и упругие; бобы сморщенные и желтовато-зеленые
280	Стебель высыхает, становится желтовато-зеленым
285	Нижние бобы желтовато-коричневые, сухие и бумажистые
290	Стебель становится жестким, ломким и желтовато-белым
300	Нижние и средние узлы с сухими бумажистыми листьями; нижние бобы сухие и бумажистые
305	Все узлы с сухими бумажистыми листьями; нижние и средние бобы сухие и бумажистые
310	Все узлы с сухими бумажистыми листьями и бобами; семена сухие, но не твердые
320	Сухие твердые семена

	<p>ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»</p>	<p>«СБОРНИК МЕТОДИК ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ГОРОХА ПОСЕВНОГО, ГОРОХА ПОЛЕВОГО (ПЕЛЮШКИ), ГОРОХА ЗИМУЮЩЕГО (<i>PISUM SATIVUM L.</i>)»</p>
---	---	---

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

№ п/п	Ученая степень, должность, наименование организации	Подпись, Дата	ФИО
1	Кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник научной лаборатории «Агробиотехнологии» ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ	 15.01.2026	А.М. Дмитриев
2	Кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий научной лаборатории «Агробиотехнологии» ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ	 15.01.2026	Ф.Ф. Авсахов
3	Доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства селекции растений и биотехнологии ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ	 15.01.2026	И.Ю. Кузнецов
4	Кандидат технических наук, заведующий инновационной лабораторией «Лаборатории интеллектуальных систем» ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ	 15.01.2026	А.А. Катков
5	Доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства селекции растений и биотехнологии ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ	 15.01.2026	Ф.А. Давлетов
6	Кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией селекции зернобобовых культур ФГБНУ ФНЦ ЗБК	 15.01.2026	А.М. Задорин
7	Кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»	 15.01.2026	О.Ф. Колесникова