

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ОМСКИЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»  
(ФГБНУ «ОМСКИЙ АНЦ»)

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ГЕНОТИПОВ ЗЕРНОВЫХ  
КУЛЬТУР В СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ**

*Методическое пособие*

Омск  
2025

**УДК 631.572:633**

**ББК 41.3**

**К- 637**

***Рецензенты:***

**М.Г. Евдокимов**, главный научный сотрудник лаборатории селекции твердой пшеницы, доктор сельскохозяйственных наук;

**Е.Н. Ледовский**, заведующий лабораторией защиты растений, кандидат сельскохозяйственных наук

**К-637 Комплексная оценка генотипов зерновых культур в селекции растений:** методическое пособие/ Омский АНЦ; авт.-сост.: Л.П. Россеева, Л.В. Мешкова, И.А. Белан [и др.]. – Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ», 2025. – 88 с.

ISBN 978-5-98559-059-3

***Авторы-составители:***

Кандидаты сельскохозяйственных наук: Россеева Л.П., Белан И.А., Мухордова М.Е., Пахотина И.В., Николаев П.Н.; кандидат биологических наук Мешкова Л.В.

В данном пособии рассматриваются организационные и методические вопросы, связанные с оценкой генотипов пшеницы в процессе селекционной работы на устойчивость к отрицательным экологическим факторам среды (засухе, распространённым грибным заболеваниям и вредителям и т.д.). Изложены методы молекулярно-генетического анализа, оценки качества зерна и математико-статистического анализа данных учетов и наблюдений, а также описание признаков на отличимость, однородность и стабильность. Пособие предназначено для селекционеров, семеноводов, агрономов, специалистов Госсортсети, студентов аграрных университетов, колледжей и техникумов. Оно будет полезно для юных натуралистов – исследователей, экологов и преподавателей.

*Материалы пособия утверждены Учёным советом ФГБНУ «Омский АНЦ»,  
Протокол № 3 от 28.04.2025, и рекомендованы к печати*

ISBN 978-5-98559-059-3

УДК 631.572:633

ББК 41.3

©ФГБНУ «Омский АНЦ», 2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	7
1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫБОРУ УЧАСТКА .....	8
2. ЗАКЛАДКА И ОФОРМЛЕНИЕ ОПЫТА .....	9
3. НАБЛЮДЕНИЯ И УЧЕТЫ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ РАСТЕНИЙ .....	10
3.1 Фенологические наблюдения .....	10
3.2 Учет густоты стояния растений .....	14
3.3 Устойчивость к засухе .....	15
3.4 Устойчивость к полеганию .....	17
3.5 Устойчивость к пониканию колоса .....	18
3.6 Устойчивость к прорастанию зерна .....	18
3.7 Устойчивость к осыпанию зерна .....	18
3.8 Вегетационный период .....	19
3.9 Длина и плотность колоса .....	19
3.10 Устойчивость к вредителям и болезням .....	20
3.10.1 Вредители, энтомологические учеты .....	21
3.10.2 Заболевания, фитопатологические учеты .....	27
4. ОЦЕНКА ВРЕДОНОСНОСТИ ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ .....	43
4.1 Вредоносность вредителей .....	43
4.2 Вредоносность заболеваний .....	43
5. ИЗУЧЕНИЕ ГЕНОТИПОВ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДНК-МАРКЕРОВ .....	47
6. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ОТЛИЧИМОСТЬ, ОДНОРОДНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ ПО МЯГКОЙ ПШЕНИЦЕ .....	49
7. АПРОБАЦИЯ ПОСЕВОВ .....	59
8. УЧЕТ УРОЖАЯ .....	62
8.1. Общие требования к уборке и учету урожая .....	62
8.2 Определение качества зерна .....	65
8.3. Лабораторный анализ растений пробных площадок .....	71
9. ОТЧЕТ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ИСПЫТАНИЮ .....	74
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	75
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	80

## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем отчете о НИР применяют следующие термины с соответствующими определениями:

**Адаптация** – приспособление организма к окружающей среде.

**Апробация** – в сельском хозяйстве это оценка сортовых качеств посевов и посадок сельскохозяйственных культур для установления пригодности их урожая на семена.

**Вегетативные органы** – участвуют в питании и обмене веществ, но не участвуют в половом размножении (корень, стебель, лист).

**Вредоносность** – способность вредителя или болезни вызывать различные повреждения или снижение урожая.

**Генеративные органы** – обеспечивают половое размножение и сохранение вида (цветок, плод, семя).

**Генотип** – совокупность всех локализованных в хромосомах генов, его наследственная основа;

**ДНК-маркеры** – это короткие участки ДНК, расположенные максимально близко к гену (или нескольким генам). Они выявляются методами молекулярной биологии на уровне нуклеотидной последовательности ДНК при сравнении генотипов различных особей, сортов, линий.

**Динамика поражения** – процесс изменения во времени и пространстве распространения и развития болезней растений.

**Дисперсионный анализ** – метод статистической оценки надежности проявления зависимости результативного признака от одного или нескольких факторов.

**Интенсивность повреждения или поражения** – степень вредоносности в определенное время, определенными вредителями и болезнями.

**Иммунитет** – невосприимчивость организма к вредителям и болезням.

**Качество зерна** – комплексное понятие, которое характеризуется рядом показателей, определяющих физические, химические и мукомольные свойства зерна, а также хлебопекарные качества получаемой из него муки.

**Коэффициент вариации** – отношение среднего квадратичного отклонения к средней арифметической, выраженное в процентах.

**Коэффициент корреляции** – показатель, измеряющий степень сопряженности двух признаков между собой.

**Линия** – потомство одного гомозиготного самоопыляющегося растения, размножающегося половым путем.

**ОС** – оригинальные семена, это семена первичных звеньев семеноводства.

**Отбор** – один из основных факторов эволюции, заключающийся в выживании организмов в поколениях, более приспособленных в борьбе за жизнь.

**Патоген** – возбудитель заболевания растений, вызывающий при проникновении в ткань патологические явления.

**Питомник** – определенное звено селекционного процесса.

**Площадь под кривой развития заболевания (ПКРБ)** – показатель динамики развития листостебельных заболеваний.

**Поврежденность, пораженность** – повреждения вредителями или поражения болезнями посевов.

**Праймер** – короткий фрагмент нуклеиновой кислоты, комплементарный ДНК- или РНК-мишени.

**Признак** – любая особенность, черта или свойство биологического объекта.

**Разновидность** – таксономическая единица рангом ниже подвида.

**РС-1** – репродукционные семена, первый пересев элиты (первое поколение).

**РС-2** – второй пересев (второе поколение).

**РСт** – репродукционные семена, предназначенные для производства товарной продукции.

**Сорт** – группа сходных по хозяйственно–биологическим и морфологическим признакам растений одной культуры.

**Сорт стандартный (стандарт)** – лучший сорт, включенный в Госреестр по данной зоне, который используется во всех видах сортоиспытания в качестве эталона.

**Стандартное отклонение** – (среднее квадратичное отклонение) служит показателем, который дает представление о наиболее вероятной средней ошибке отдельного, единичного наблюдения, взятого из данной совокупности, обозначается ( $\sigma$ )  $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$ .

**Устойчивость** – способность растений противостоять воздействию экстремальных факторов среды.

**Фенологические наблюдения** – точное фиксирование дат наступления, продолжительности и завершения в жизни растений и животных.

**Эпифитотия** – массовое, прогрессирующее распространение заболевания растений на большой территории.

**ЭС** – элитные семена, это семена, полученные от последующего размножения оригинальных семян.

## ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящем отчете о НИР применяют следующие сокращения и обозначения:

Бур. рж. – бурая ржавчина

Всх. – воск. – всходы – восковая спелость

Всх. – кол., ВК – продолжительность периода всходы – колошение

Гибр. популяция – гибридные популяции

ДК – десятичный код

Е. п. – единичные пустулы

ИУ – уровень устойчивости

КСИ – конкурсное сортоиспытание

Л., Лют. – Лютесценс

Мучн. рос. – мучнистая роса

НСР – наименьшая существенная разность

Откл. – отклонение

Отб. элит. кол. – отбор элитных колосьев

ПКРБ – площадь под кривой развития заболеваний

Ср. мнгл. – среднее многолетнее

Стебл., Ст, рж. – стеблевая ржавчина

Стр. – страница

Тверд. голов. – твердая головня

$\sigma$  – стандартное отклонение

Min – минимальное значение

max – максимальное значение

M1000з – масса 1000 зерен

St – стандарт

ОС – оригинальные семена

ЭС – элитные семена

РС-1 – репродукционные семена, (первое поколение)

РС-2 – репродукционные семена, (второе поколение)

РСт – репродукционные семена

## ВВЕДЕНИЕ

Согласно данным ООН, численность населения Земли к 2030 году может достигнуть 8,5 млрд человек, а к 2050 году – 9,7 млрд человек [1]. При этом число голодающих в 2021 году в мире достигло 828 млн человек. В таких условиях задача обеспечения населения продовольствием актуализируется с новой силой. Ситуация усугубляется тем, что глобальное потепление приводит к расширению ареала вредителей, болезней и опустыниванию сельхозугодий. Одним из способов решения данных проблем является увеличение объемов и экономической эффективности производства сельхозпродукции. Однако данное увеличение невозможно без создания новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. На данный момент такие мировые лидеры, как Monsanto, Seminis, Syngenta, и др., способны получать новые генотипы каждые 2–3 года, в то время как для наших селекционеров этот период составляет 8–10 лет. Существенное сокращение времени создания новых сортов возможно только при условии интеллектуализации данных процессов [2].

Сорта и технологии их выращивания играют важную роль для обеспечения населения питанием, а промышленность и другие отрасли производства – сырьем. На значимость развития земледелия для безопасности государства указывал еще Иван Грозный (1580 г.) – «Хочешь легко победить другую страну – начини кормить ее своей пищей». Поэтому для продовольственной безопасности страны необходимо создание высокопродуктивных, экологически устойчивых с высоким качеством зерна сортов сельскохозяйственных культур. Недостатка в литературе по сельскохозяйственному опытному делу нет. Издан ряд прекрасных пособий [3-9]. В качестве основного объекта исследования в полевом эксперименте выступает растение. Однако во многих пособиях по опытному делу ему уделяется явно недостаточное внимание. Более того, в приводимых шкалах для оценки тех или иных признаков растений нет единого подхода. Это, естественно, вызывает затруднения у агрономов, начинающих селекционеров, семеноводов и других специалистов при проведении испытания и анализе сортов и гибридов полевых культур. Поэтому, используя в оценке селекционного материала ряд методических пособий и результаты своих исследований, мы постарались унифицировать основные моменты при проведении полевого эксперимента на примере создания и испытания сортов и сортообразцов, что может оказать помощь в закладке и проведении опытов.

Авторы будут признательны всем, кто вышлет свои замечания и предложения по настоящему методическому пособию по адресу: 644012, г. Омск, пр. Королева, д. 26, ФГБНУ «Омский АНЦ», лаборатория селекции яровой мягкой пшеницы.

## 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫБОРУ УЧАСТКА

«Полевой опыт в широком понимании есть метод исследования жизни растений в природной обстановке в зависимости от воздействия на него разнообразных условий» [10]. Результаты полевых опытов должны быть апробированы и подтверждены в производственных условиях.

Одной из основных задач производственного испытания является хорошо организованная реклама лучших сортов и гибридов. Это – путь к коммерческому успеху. Поэтому большое значение имеет выбор, подготовка и оформление участка для проведения испытания. Он должен размещаться в удобном для посещения специалистами месте. Поле, на котором предполагается проводить исследования, по механическим, водно–физическим свойствам и плодородию должно быть типичным для хозяйства и даже района. Рельеф участка желателен ровный.

Если участок для проведения опытов постоянен, то испытание сортов целесообразно проводить в системе относительно типичного для почвенно–климатической зоны севооборота. В качестве примера для хозяйств, расположенных в южной лесостепи и степи Западной Сибири, можно предложить следующий севооборот: 1 – пар, 2 – яровая (озимая) пшеница (опыт), 3 – уравнильный посев (ячмень, овес), 4 – зерновые (опыт).

Согласно «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [11,12] каждый испытуемый сорт (гибрид) и стандарт зерновых и крупяных культур занимают равную площадь в минимум в двукратной повторности.

Производственное испытание нового сорта проводят в том поле севооборота, где высевают данную культуру по принятой в хозяйстве технологии. От того, насколько правильно выбран сорт, в значительной мере зависит судьба урожая.



## 2. ЗАКЛАДКА И ОФОРМЛЕНИЕ ОПЫТА

Требования к участку под опыт:

- участок должен быть выровненный с одним предшественником, почва однородная, без солонцовых пятен, промоин, затеков и др.;
- обработка участка – равномерная по глубине, при культивации в одном направлении, посев проводится в поперечном, неровности участка должны проходить через все делянки;
- обработку участка следует проводить в оптимальные сроки;
- удобрения вносить по всему опытному полю равномерно;
- участок должен быть удален от строений и лесных насаждений;
- при расположении опытного участка на склоне делянки сравниваемых сортов должны быть вытянуты вдоль склона;
- на участках с полезащитными лесными полосами делянки размещают перпендикулярно к ним, отступая от них не менее чем на 15 м;
- участок производственного испытания сортов ограничивают дорожками;
- минимальная повторность двукратная, более достоверные данные обеспечивает четырехкратная повторность;
- в каждой повторности обязательно должно быть посеяно одинаковое количество всхожих семян испытываемых генотипов и стандартов;
- посев производится в один день, на одну и ту же глубину и на одних и тех же машинах;
- при посеве важно следить за равномерностью работы всех частей сеятельных агрегатов, недопустима остановка сеялки на делянке или ускорение хода. Включать и выключать сеялку следует на защитной площади, чтобы учетная площадь засеивалась равномерно;
- возле опыта на высоте 1,5 м ставят табличку с названием питомника, культуры, количеством испытываемых генотипов, площадью, числом повторностей и датой посева. Ниже представлен образец этикетки.



**КСИ**

**Пшеница мягкая яровая**

**52 сортообразца**

**Площадь 10 м кв.**

**в 4-х кратной повторности**

**Посев 15 мая 2025 г.**

### 3. НАБЛЮДЕНИЯ И УЧЕТЫ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ РАСТЕНИЙ

Объективность результатов любого полевого эксперимента зависит от качества проводимых наблюдений и учетов. Они должны быть систематическими и максимально соответствовать истине. Методика проведения фенологических наблюдений, учетов устойчивости растений к заболеваниям и вредителям изложены в работах [13 – 15].

#### 3.1 Фенологические наблюдения

Они проводятся систематически, не реже, чем через день, по всем генотипам опыта на двух несмежных повторениях.

Вегетационным периодом обычно считают продолжительность вегетации зерновых от полных всходов до восковой спелости. За дату начала фазы принимают наступление ее у 10 – 15 % растений на всей делянке, полную фазу при наступлении ее не менее чем у 75 % растений.

В процессе вегетации чаще отмечают следующие фазы развития:

**всходы** – на поверхности почвы показались первые, развернувшиеся в верхней части листочки;

**кущение** – у большинства растений из влагалища третьего листа основного стебля появляется первый листочек (1,0 – 1,5 см) дополнительного побега;

Интенсивность кущения оценивается в баллах по шкале:

1 – кущение очень слабое;

3 – кущение слабое;

5 – кущение средней интенсивности;

7 – интенсивность кущения высокая;

9 – интенсивность кущения очень высокая.

**выход в трубку** – определяется прощупыванием у главного стебля первого стеблевого узла на расстоянии 1,5–2,0 см от поверхности почвы;

**колошение** – колос наполовину выдвинулся из влагалища последнего листа более чем у 75% растений на делянке;

**молочная спелость** – зерно в этой фазе достигает нормальной длины, заполняет всю внутреннюю часть между цветными чешуйками. При надавливании из них выступает белая, густая жидкость;

**восковая спелость** – зерно, завершившее свое развитие, желтеет одновременно с колосом, приобретает восковую консистенцию и легко режется ногтем.

Желательно, чтобы наблюдение и регистрацию фаз развития растений проводил один и тот же специалист. В засушливых районах с интенсивной солнечной инсоляцией фенологию удобнее проводить в первой половине дня, в зонах достаточного увлажнения – во второй половине дня.

В селекционной работе для характеристики изучаемых образцов, сортов, селекционных линий необходимо знать длину их вегетационного периода. Как правило, она определяется количеством суток, прошедших от всходов до восковой спелости. Кроме этого, очень важны данные и о продолжительности отдельных фенологических периодов. Периоды вегетации удобно рассчитывать, используя таблицу 1, в которой приведены данные с апреля по октябрь. Данные за весь год приведены в Приложении 1.

Таблица 1

Таблица для вычисления продолжительности периодов вегетации

Апрель		Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Октябрь	
число	№ дня	число	№ дня	число	№ дня	число	№ дня	число	№ дня	число	№ дня	число	№ дня
1	91	1	121	1	152	1	182	1	213	1	244	1	274
2	92	2	122	2	153	2	183	2	214	2	245	2	275
3	93	3	123	3	154	3	184	3	215	3	246	3	276
4	94	4	124	4	155	4	185	4	216	4	247	4	277
5	95	5	125	5	156	5	186	5	217	5	248	5	278
6	96	6	126	6	157	6	187	6	218	6	249	6	279
7	97	7	127	7	158	7	188	7	219	7	250	7	280
8	98	8	128	8	159	8	189	8	220	8	251	8	281
9	99	9	129	9	160	9	190	9	221	9	252	9	282
10	100	10	130	10	161	10	191	10	222	10	253	10	283
11	101	11	131	11	162	11	192	11	223	11	254	11	284
12	102	12	132	12	163	12	193	12	224	12	255	12	285
13	103	13	133	13	164	13	194	13	225	13	256	13	286
14	104	14	134	14	165	14	195	14	226	14	257	14	287
15	105	15	135	15	166	15	196	15	227	15	258	15	288
16	106	16	136	16	167	16	197	16	228	16	259	16	289
17	107	17	137	17	168	17	198	17	229	17	260	17	290
18	108	18	138	18	169	18	199	18	230	18	261	18	291
19	109	19	139	19	170	19	200	19	231	19	262	19	292
20	110	20	140	20	171	20	201	20	232	20	263	20	293
21	111	21	141	21	172	21	202	21	233	21	264	21	294
22	112	22	142	22	173	22	203	22	234	22	265	22	295
23	113	23	143	23	174	23	204	23	235	23	266	23	296
24	114	24	144	24	175	24	205	24	236	24	267	24	297
25	115	25	145	25	176	25	206	25	237	25	268	25	298
26	116	26	146	26	177	26	207	26	238	26	269	26	299
27	117	27	147	27	178	27	208	27	239	27	270	27	300
28	118	28	148	28	179	28	209	28	240	28	271	28	301
29	119	29	149	29	180	29	210	29	241	29	272	29	302
30	120	30	150	30	181	30	211	30	242	30	273	30	303
—	—	31	151	—	—	31	212	31	243	—	—	31	304

Пример: необходимо определить количество суток от всходов до колошения. Дата всходов – 20.05, № дня 140. Дата колошения – 2.07, № дня 183. Продолжительность периода от всходов до колошения равняется 43 суткам (183 – 140).

При развитии растения каждый орган проходит ряд этапов. Установлено, что влияние каждого фактора среды, определяющего продуктивность растения, неодинаково на различных этапах его индивидуального развития (онтогенез). Куперман Ф.М. [16] определила в развитии злакового растения двенадцать основных этапов (стадий) органогенеза, общих для всех покрытосеменных растений, на каждом из которых формируются характерные для данного этапа развития органы растения:

- \* на I – II этапах происходит дифференциация вегетативных органов;
- \* на III – IV – дифференциация зачаточного соцветия;
- \* на V – VIII – формирование цветков;
- \* на IX – оплодотворение и образование зиготы;
- \* на X – XII – рост и формирование семян.

Ранее, для определения стадий развития зерновых культур, использовались шкалы с цифровым кодом голландского агронома Виллема Фикеса, затем шкала Zadoks. В настоящее время широко используется унифицированная шкала, которая включает 48 идентификационных ключей для сельскохозяйственных культур – код ВВСН. В русскоязычной версии код ВВСН известен как «Десятичный код (ДК)» [17] (рис.1).



Рисунок 1. Десятичный код развития злаковой культуры (ДК)

Основой для определения стадий по данной шкале является визуальное определение фенологических признаков образования органов.

Стадия «Прорастание», ДК 00 – 09  
 Стадия «Рост проростка», ДК 10 – 19  
 Стадия «Кущение», ДК 20 – 29  
 Стадия «Трубкавание» и «Удлинение стебля», ДК 30 – 49  
 Стадия «Появление колоса» (колошение), ДК 50 – 59  
 Стадия «Цветение», ДК 60 – 69  
 Стадия «Формирование зерновки», ДК 70 – 71  
 Стадия «Молочная спелость», ДК 72 – 79  
 Стадия «Восковая спелость», ДК 80 – 85  
 Стадия «Созревание», ДК 86 – 92

Более полно стадии развития зерновых культур представлены в Приложении 1.

В таблице 2 представлены значения пяти шкал фенологических признаков развития зерновых культур.

Таблица 2

Сравнение шкал развития зерновых культур

№ п/п	Фенофаза	Соответствие другим шкалам					
		Десяти чный код, ДК	Куперман	Между народ ная ВВСН (ДК)	Zadoks	Feekes	Keller, Baggiolini
1	Прорастание	00–09	–	00–07	10	–	
2	Всходы (шильце– 1-й лист)	10–19	I	10–11 12–13	11	1.0– 1.1	A B, C, D
3	Образование 2 и > листьев		I		12–19	1.2– 1.3	
4	Кущение	20–29	II–III	20–29	20–29	3	E, F, C
5	Выход в трубку	30–49	IV–V	31 32–37 39–47	40	6	H, I, J K
6	Рост стебля		VI		30–36	7–8	
7	Флаговый лист		VII		37–47	9–10.1	
8	Колошение	50–59	VIII	49–59	50–59	10.1- 10.5	N
9	Цветение	60–69	IX	70–71	60–69	10.5.3	P, O
10	Формирование зерновки	70–71	X	70–71	71	10.5.4	R
11	Ранняя молочная спелость	72–79	XI	72–73 74–77	73	10.5.5	S S
12	Средняя молочная спелость		XI	78–82	75	11.1	
13	Восковая спелость	80–85	XI–XII	83–85	80–87	11.2	T
14	Полная спелость	86–92	XII	91–92	90–99	11.4	V

При проведении фенологических наблюдений и оценке селекционного материала к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды

селекционеру необходимо знать вклад отдельных органов в формировании урожайности (рис. 2).

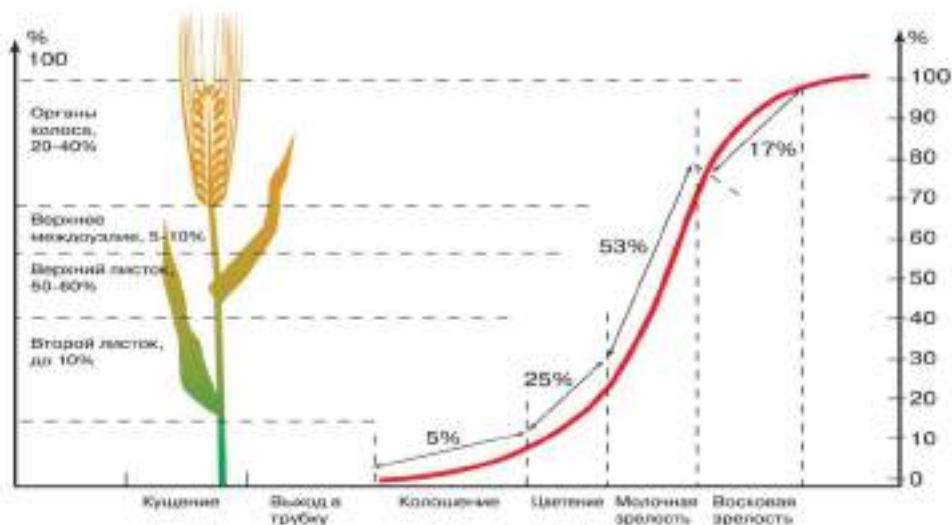


Рисунок 2. Участие отдельных органов в фотосинтезе (слева), формирование и поступление продуктов фотосинтеза в зерно по фазам развития

Наглядность рисунка показывает, что вклад в урожай верхних листьев у колосовых культур составляет около 75 – 80%, поэтому важно как можно дольше сохранить их живыми и свободными от повреждений. Для этого необходимо регулярно проводить фитосанитарный мониторинг посевов и следить за состоянием листьев.

### 3.2 Учет густоты стояния растений

Учет густоты растений в течение их вегетации проводят дважды: первый – в период полных всходов, второй – перед уборкой урожая. Для этого на каждой делянке двух несмежных повторностей устанавливают так называемые пробные площадки в четырех местах каждой делянки – на двух смежных рядках длиной 83 см (0,925 м<sup>2</sup>). Пробные площадки размещаются по диагонали учетной делянки. Их общая площадь на делянке 1 м<sup>2</sup> [18].

Длину площадки (Д) при различной ширине междурядий определяют по уравнению:

$$Д = 2500: (2 \times ш), \text{ где ш – ширина междурядий, см.}$$

При известной фактической густоте растений и норме посева определяют полевую всхожесть семян (А, %) по формуле

$$А = \frac{В \cdot 100}{С}$$

где:

В – фактическая густота стояния растений, шт/м<sup>2</sup>;

С – норма посева семян, всхожих зерен, шт/м<sup>2</sup>.

Подсчет растений перед уборкой дает возможность выявить количество сохранившихся растений (выживаемость – Б, %)

$$Б = \frac{С*100}{В}$$

где:

В – число растений в фазе полных всходов, шт/1 м<sup>2</sup>,

С – число растений, сохранившихся к уборке, шт/м<sup>2</sup>.

### 3.3 Устойчивость к засухе

Засуха бывает атмосферной, почвенной и комбинированной. Воздействие ее на растение обычно разнообразное, поэтому при оценке устойчивости к ней учитывается чаще несколько признаков (увядание растений в полевых условиях, выполненность зерна, череззерница, масса 1000 зерен и урожайность).

Первая оценка сортов на засухоустойчивость проводится при наличии заметных отклонений у растений – деформация колоса, резкое снижение числа зерен в колосе и др.

Оценка сортов на устойчивость к засухе и высоким температурам («запал», «захват») проводится в баллах по шкале [19].

1 – очень низкая, полная гибель растений;

3 – низкая, растения сильно угнетены, увядают листья, включая последние верхние;

5 – средняя, растения угнетены, только верхние два листа зеленые, нижние и средние пожелтели или засохли;

7 – высокая, очень слабое повреждение растений, нижний ярус листьев засох, в среднем ярусе листья зеленые;

9 – очень высокая, засуха и высокие температуры почвы не оказали отрицательного влияния на развитие растений, листья зеленые.

При оценке селекционного материала можно дополнительно использовать лабораторную методику, разработанную В.М. Россеевым в ФГБНУ «Омский АНЦ» [20], которая позволяет проводить биотестирование селекционного материала зерновых культур *in vitro* на устойчивость к неблагоприятным абиотическим факторам среды, в т.ч. к засухе. Устанавливался такой режим культивирования эксплантов, при котором у сортов с повышенной засухоустойчивостью индекс устойчивости варьировал  $50 > i_r \leq 75$ . Градация оцениваемых образцов по устойчивости к засухе, при тестировании их в соответствующем режиме представлена в таблице 3.

Таблица 3

Градация оцениваемых образцов при тестировании их *in vitro*  
на засухоустойчивость

Индекс устойчивости ( <i>i<sub>r</sub></i> )	Засухоустойчивость
$0 < i_r \leq 25$	низкая
$25 < i_r \leq 50$	средняя
$50 < i_r \leq 75$	повышенная
$75 < i_r \leq 100$	высокая

В опытах по апробации разработанной методики засухоустойчивость изучаемых сортов оценивалась как в лабораторных, так и полевых условиях. Анализ данных подтвердил наличие существенной связи между индексами устойчивости сортов, по оценке *in vitro*, и полевой засухоустойчивостью [21]. Использование данной методики позволило провести тестирование в лабораторных условиях и выделить засухоустойчивые сорта, которые подтвердили устойчивость к засухе в полевых условиях (табл. 4).

Таблица 4

Результаты биотестирования *in vitro* яровой мягкой пшеницы  
на устойчивость к засухе

Название сорта	Индекс устойчивости по оценке <i>in vitro</i> ( <i>i<sub>r</sub></i> )	Урожайность, т/га (питомник «История» 2012г.)
Среднеранняя группа спелости		
Ное	30	1,31
Смена	42	1,49
Иртышанка 10	46	1,44
Памяти Азиева	53	2,17
Омская 36	56	2,82
Боевчанка	48	2,26
Среднеспелая группа спелости		
Омская 29	52	2,32
Омская 33	51	2,81
Казанская юбилейная	54	2,85
Омская 38	54	2,00
Омская краса	54	2,97
Уралосибирская 2	41	1,47
Среднепоздняя группа спелости		
Цезиум 94	43	1,59
Омская 18	60	2,46
Омская 28	59	2,48
Омская 35	56	2,52
Омская 42	55	2,93

За последние два десятилетия наиболее засушливым был 2012 год. Рассчитанные коэффициенты корреляции подтвердили высокую взаимосвязь в этом году урожайности с индексом устойчивости *in vitro* независимо от группы



спелости: в среднеранней группе спелости ( $r=0,83\pm0,28$ ); в среднеспелой – ( $r=0,75\pm0,30$ ) и в среднепоздней – ( $r=0,78\pm0,35$ ).

### 3.4 Устойчивость к полеганию

Причины полегания растений разные: генетические свойства сортов, сильные дожди и ветры, избыток влаги, недостаток освещенности и др. Различают стеблевое, прикорневое и комбинированное полегание. Оценку проводят обычно перед уборкой, а также после обильных осадков в сочетании с сильным ветром, её желательно проводить в день полегания или на следующий день. В связи с тем, что отдельные генотипы способны после полегания вернуться к исходному положению, то оценку необходимо повторить через 5–10 суток. Окончательная оценка выражается средним баллом из повторностей с точностью до 0,1.

Оценка сортов по устойчивости к полеганию определяется в баллах по шкале [21]:

1 – очень низкая, растения лежат на земле, машинная уборка невозможна;

3 – низкая, растения наклонены к земле под углом  $15 - 30^\circ$ , уборка затруднена;

5 – средняя, растения наклонены под углом  $31 - 45^\circ$ ;

7 – высокая, растения слегка наклонены;

9 – очень высокая, растения стоят вертикально.

В необходимых случаях оценку проводят с точностью до 0,5 балла.

Наряду с оценкой полегания в баллах, по каждому сорту отмечают дату полегания и фазу вегетации растений. Затем записывают, при каких метеорологических условиях и какой густоте стеблестоя (изреженной, нормальной, загущенной) отмечено полегание сорта, а также как он восстанавливался после полегания. Для повышения объективности глазомерной балльной оценки устойчивости к полеганию растений в полевых условиях учитывают балл и процент устойчивости к полеганию по следующим формулам [22]:

$$Б = 1 + \left( \frac{4 \cdot C}{В} \right)$$

где:

Б – балл устойчивости к полеганию;

в – высота растений, см;

С – слой полёгших стеблей, см.

$$М = \frac{100 \cdot x}{Н}$$

где:

М – показатель устойчивости к полеганию, %;

х – высота полёгшего стеблестоя, см;

Н – высота растения, см.

Например: высота растения 100 см, а при полегании у него 40 см, показатель устойчивости равен 40%. Чем выше данный показатель, тем выше устойчивость.

### **3.5 Устойчивость к пониканию колоса**

Поникание колоса является признаком, облегчающим стекание с него влаги во время дождя, при этом зерно меньше прорастает на корню в условиях повышенной влажности.

Оценка проводится в фазу полной спелости по шкале [22]:

1 – очень низкая, положение колоса относительно вертикали свыше  $135^\circ$ ;

3 – низкая, колос поникающий ( $91 - 135^\circ$ );

5 – средняя, поникание колоса до ( $46 - 90^\circ$ );

7 – высокая, колос полустоячий ( $16 - 45^\circ$ );

9 – очень высокая, положение колоса вертикальное (отклонение от вертикали  $<15^\circ$ ).

### **3.6 Устойчивость к прорастанию зерна**

Прорастание наблюдается в период созревания зерновых культур, сопровождающегося обильными осадками при достаточном тепле. Ему особенно подвержены сорта с коротким периодом покоя семян.

В лабораторных условиях учет проводится по шкале:

1 – очень низкая, прорастает более 50 % семян;

3 – низкая, прорастает до 40 % семян;

5 – средняя, прорастает до 30 % семян;

7 – высокая, прорастает до 10 % семян;

9 – очень высокая, прорастание отсутствует.

В полевых условиях на корню и в валках оценивается в баллах:

1 – прорастает сильно;

2 – прорастает выше среднего;

3 – прорастает средне;

4 – прорастает слабо;

5 – не прорастает.

### **3.7 Устойчивость к осыпанию зерна**

Склонность сортов к осыпаемости наблюдают и отмечают с начала созревания путем тщательного осмотра растений. Разница в устойчивости сортов чаще проявляется, когда в период созревания дождливая погода чередуется с жаркой и ветреной. Наблюдения над осыпанием зерна у сортов проводят также перед обмолотом пробных снопов и поручают их (по всем сортам) одному специалисту.

Оценка сортов по устойчивости к осыпанию проводится в баллах по шкале:

1 – очень сильно осыпавшийся;

3 – сильно осыпавшийся;

5 – средне осыпавшийся;

7 – слабо осыпавшийся;

9 – неосыпавшийся.

Для более точного учета устойчивости сортов к осыпанию осыпавшееся зерно взвешивают. Для этого в двух (несмежных) повторностях выделяют по четыре пробных площадки по  $1/4 \text{ м}^2$  (накладывается рамка  $50 \times 50 \text{ см}$  по диагонали делянки) на которых собирают осыпавшееся зерно.

### 3.8 Вегетационный период

Продолжительность вегетационного периода генотипа зависит от географической зоны, а также от среднесуточной температуры воздуха и суммы осадков в зависимости от года возделывания [23].

Таблица 5

Продолжительность вегетационного периода

Группа спелости	Кузьмин В.П.	Омский АНЦ		
		ОТК (семеноводство)	лаб. селекции яровой мягкой пшеницы	
			2003	2007-2024
Скороспелый	75 – 84	85 – 89	–	–
Раннеспелый	85 – 94	90 – 94	84±4	76 – 90
Среднеспелый	95 – 99	95 – 99	90±5	81 – 95
Позднеспелый	100 – 104	100 – 104	95±5	84 – 98
Очень позднеспелый	>105	>105	>100	>100

Исходя из опыта ученых Омского АНЦ длина продолжительности вегетационного периода в значительной степени зависит от погодных условий года. Анализ периода вегетации за 2007 – 2024 гг. показал, что в сухие годы среднеранние сорта-стандарты созревали за 71 сутки, среднеспелые – 73 и среднепоздние – за 77 суток, а в годы с очень влажной и прохладной погодой (во второй половине вегетации) они могли затягивать её до 93, 99 и 100 суток, соответственно.

### 3.9 Длина и плотность колоса

**Длина колоса** помогает при классификации сортов и определении их продуктивности.

Короткие (мелкие) до 8 см.

Средние 8 – 10 см.

Крупные >10 см.

**Плотность колоса** зависит от длины колоскового стержня и числа колосков в колосе:

Д – индекс плотности колоса

$$Д = \frac{(А-1)*10}{В}$$

где:

А – число колосков;

В – длина колоса.

У мягкой пшеницы если на 10 см длины колосового стержня приходится определенное количество колосков, то колос считается:

рыхлый <16 шт.;

средней плотности 17 – 22 шт.;  
 плотный 23 – 28 шт.;  
 очень плотный >28 шт.

### 3.10 Устойчивость к вредителям и болезням

Стабильность урожаев зерновых культур во многом зависит от численности распространения вредителей и степени развития болезней в посевах. Выведение устойчивых сортов к вредным видам и их выращивание позволит снизить затраты на пестицидные обработки посевов и уменьшить загрязнение окружающей среды.

Органы растения делятся на вегетативные и генеративные. Вегетативные органы (корень, стебель, лист) обеспечивают жизнедеятельность растения, а генеративные (цветок, семя) – процесс полового размножения, т.е. растение оставляет потомство. В таблице 6 представлены заболевания и вредители, специализированные на разных органах растений.

Таблица 6

Болезни и вредители органов растений пшеницы

Растение		Заболевания	Вредители
Колос		Пыльная головня Твердая головня Фузариоз Спорынья Септориоз	Трипсы Серая зерновая совка Пилильщик хлебный Клоп черепашка
Лист, стебель		Бурая ржавчина Стеблевая ржавчина Желтая ржавчина Мучнистая роса Септориоз Желтая пятнистость Темно-бурая пятнистость	Пьявица хлебная Блошка полосатая Мухи – шведская и гессенская Пилильщик хлебный Луговой мотылек Клоп черепашка Саранчовые
Корень		Гельминтоспориоз Корневые гнили Фузариоз	Проволочник

Наиболее широко распространенные вредители и болезни зерновых культур в Омской и других областях Западной Сибири представлены в таблицах 7 и 9, проиллюстрированные цветными фотографиями с описанием симптомов повреждения и поражения. Для описания вредителей и возбудителей заболеваний, а также проведения учетов и оценок дополнительно были использованы источники [24 – 28].

### 3.10.1 Вредители, энтомологические учеты

Периодические изменения численности по годам свойственны почти всем вредным видам. Однако для некоторых из них эти изменения в сильной степени зависят от условий перезимовки и благоприятности погодных условий в течение вегетации растений.

В зависимости от погодных условий в осенне-зимний и весенне-летний периоды, а также от своевременного проведения агротехнических мероприятий в Омской области периодически увеличивается численность и расширяется ареал распространения вредителей – тля обыкновенная злаковая, трипс пшеничный, пиявица хлебная, блошка полосатая хлебная, серая зерновая совка, муха шведская, муха гессенская, пилильщик хлебный обыкновенный, проволочники, луговой мотылёк, клоп черепашка и саранчовые (таблица 7).

Таблица 7

Вредители и симптомы повреждения пшеницы

Название вредителя		Симптомы повреждения
русское (имаго)	латинское (гусеницы)	
<p>Тля обыкновенная злаковая</p> 	<p><i>Schizaphis graminum</i> Rond.</p> 	<p>Тли сильно вредят всем зерновым колосовым культурам. Они высасывают соки из зеленых, не огрубевших частей растений. Поврежденные части растений подсыхают и в дальнейшем отмирают. Сильно поврежденные растения не выколашиваются. Злаковая тля является переносчиком вирусных заболеваний. За сезон тля может дать до 12 партеногенетических поколений.</p>
<p>Трипс пшеничный</p> 	<p><i>Haplothrips tritici</i> Rurd.</p> 	<p>Вредят взрослые насекомые и личинки. Повреждают листья, стебли и колосья, растения в результате приобретают белесоватость. В жаркую погоду вредоносность возрастает: колос с поврежденным стержнем при выходе из флагового листа из-за сухого ветра надламывается и пересыхает, колоски желтеют и не дают урожая. В течение года развивается одно поколение.</p>



Название вредителя		Симптомы повреждения
русское (имаго)	латинское (гусеницы)	
Пьявица хлебная 	<i>Lema (Oulema) melanopus</i> L. 	Взрослые жуки и личинки, питаются мякотью листа, оставляют продольные полосы. При сильном повреждении засыхают как отдельные листья, так и целые растения. Значительный вред от пьявицы бывает в годы с засушливой весной. Преимущественно повреждают твердые яровые пшеницы. Пьявица может быть переносчиком вирусов. В течение года развивается 1 поколение.
Блошка полосатая хлебная 	<i>Phyllotreta vittula</i> Redt. 	Взрослые жуки и личинки, питаются мякотью листа, оставляют полосы. Растения желтеют или становятся бледно-зелеными, засыхают. Опасны хлебные блошки в фазе до кущения. Замедляется рост и развитие растений, снижается продуктивность злаковых культур. Наиболее опасен вредитель в годы с ранневесенними засухами. В течение года развивается одно поколение.
Серая зерновая совка 	<i>Aramea anceps</i> Den. et Schiff. 	Гусеницы начинают вредить с момента налива зерна и продолжают до его полной спелости. Молодые гусеницы уничтожают завязь, потом переходят к питанию внутри зерен. По окончании питания от зерна остается только наружная оболочка с экскрементами. При влажной погоде вредоносность гусениц совки возрастает. В течение года развивается одно поколение.
Муха шведская 	<i>Oscinella pusilla</i> Mg. 	Личинка заползает за листовые влагалища, внедряется в побег, где выедают ход и питаются у конуса нарастания. Поврежденные побеги желтеют и погибают. Поврежденное в ранней фазе всходов растение погибает. При повреждении в фазе кущения растение сохраняется, хотя и отстаёт в росте. В течение года развивается от 1 до 5 поколений.

Название вредителя		Симптомы повреждения
русское (имаго)	латинское (гусеницы)	
<p>Муха гессенская</p> 	<p><i>Mayetiola destructor</i> Say.</p> 	<p>Вредят отродившиеся личинки, они заползают по листу вниз за листовое влагалище, присасываются к стеблю и питаются его соками. Сильные повреждения приводят к задержке роста растений, изреженности стеблестоя, полеганию и снижению урожая. Последнее осеннее поколение гессенской мухи заселяет всходы озимых. В течение года развивается от двух до пяти поколений.</p>
<p>Пилильщик хлебный обыкновенный</p> 	<p><i>Cephus cinctus</i> Pygmaeus L.</p> 	<p>Самки откладывают по 1 яйцу в верхнее междоузлие. Личинки, спускаются по стеблю, прогрызают узлы и к периоду созревания зерна достигают прикорневой части, где и готовятся к зимовке, что приводит к белоколосости и полеганию растений. Зачастую поврежденные растения ломаются ещё до созревания зерна, что приводит к потере всего колоса целиком. В течение года развивается одно поколение.</p>
<p>Проволочники</p> 	<p>Сем. Elateridae</p> 	<p>Личинки проволочников повреждают пшеницу сразу же после посева, поедая эндосперм зерна. Характерным признаком повреждения являются увядание и гибель всходов. Молодые гусеницы оплетают листья паутиной, взрослые живут открыто, скелетируют и грубо объедают листья. За сезон развивается 1 – 4 поколения.</p>
<p>Луговой мотылёк</p> 	<p><i>Pyrausta sticticalis</i> L.</p> 	<p>Многоядный вредитель. Культурам вредит – гусеница (28 – 35 мм в длину). Она питается листьями, в первом возрасте выедая мякоть листовых пластин, а в третьем – поедая всё вплоть до жилок и черешков. В сухую жаркую погоду вредоносность мотылька повышается. Вредоносность зависит от фазы развития: более молодые и зелёные растения повреждаются в первую очередь. За год возможно до 4 поколений.</p>

Название вредителя		Симптомы повреждения
русское (имаго)	латинское (гусеницы)	
<p>Клоп черепашка</p> 	<p><i>Eurygaster integriceps</i> Put.</p> 	<p>Клоп способен повреждать растения в течение всего вегетационного периода. В фазу развития растений («кущение» – «цветение») вызывают замедление роста растений, недоразвитость колоса и его белоколосость. Повреждение после фазы «полная восковая спелость», приводит к ухудшению хлебопекарных качеств, содержанию клейковины и снижению всхожести.</p>
<p>Саранчовые</p> 	<p>Acrididae Личинки, кубышки</p> 	<p>Опасными для зерновых культур являются итальянский прус, перелетная саранча, сибирская, и др. Они многоядные вредители. Особь потребляет 300 – 500 г зеленого корма. Яйца зимуют в почве, глубина до 5 – 6 см. Личинки отрождаются весной. Плодовитость составляет до 120 яиц. Мигрируют от 300 до 1000 км, оставляя голую землю.</p>

Энтомологические учеты включают в себя различные методы, которые позволяют определить численность и интенсивность развития вредителей и проводятся согласно «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [11].

Визуальную оценку степени повреждения растений вредителями определяют в процентах или баллах по шкале:

- 1 – слабая поврежденность, повреждено до 5 % растений;
- 3 – заметная поврежденность, повреждено от 5 до 25 %;
- 5 – средняя поврежденность, повреждено от 25 до 50 %;
- 7 – сильная поврежденность, повреждено от 50 до 75 %;
- 9 – очень сильная поврежденность, повреждено от 75 до 100 %.

Учет повреждений **тлями** проводят по группам в 5 – 10 растений в равноудаленных местах несмежных участков (всего 100 растений). Степень заселенности растений оценивается по пятибалльной шкале:

- 1 – отдельные особи на 2–3 нижних листьях;
- 2 – колонии из 3–5 особей на 2–3 нижних листьях;
- 3 – колонии по 10–15 особей на половине всех листьев;
- 4 – колонии больших размеров (более 20 особей) на 2 /3 всех листьев;



5 – колонии средних и больших размеров на всем растении.

По сорту рассчитывают среднеарифметический балл повреждения по формуле.

$$\bar{X} = \frac{a_1 + a_2 \dots a_N}{N}$$

Для учета повреждений растений зерновых культур **трипсами** отбирают пробы по 100 колосьев в фазе молочно-восковой спелости и помещают их в матерчатые мешочки. После потряхивания мешочков трипсов подсчитывают. Определяют среднее число трипсов в пересчете на один колос. Кроме того, зерно из учетных 10 колосьев анализируют на поврежденность трипсами. Учитывают процент поврежденных зерен.

Степень повреждения листового аппарата растений **пьявицей** определяют визуально по 5 - ти бальной шкале:

- 0 – нет повреждений;
- 1 – 20 % поврежденных растений на делянке;
- 2 – 40 % поврежденных растений на делянке;
- 3 – 60 % поврежденных растений на делянке;
- 4 – 80 % поврежденных растений на делянке и более.

Поврежденность растений **хлебной полосатой блошкой** на пшенице проводят по 5 - ти бальной шкале:

- 1 – от 0% до 5%;
- 2 – свыше 5% до 25%;
- 3 – до 50%;
- 4 – до 75%;
- 5 – свыше 75% до 100%.

Учёт проводят в 10 разных местах по полю, в каждой из этих точек подсчитывается количество хлебных полосатых блошек.

Для определения численности серой **зерновой совки** осенью и весной берут почвенные пробы (размер 0,25 м<sup>2</sup>). Заражение считается слабым, если на 1 м<sup>2</sup> приходится 1 – 3 гусеницы осенью и до 1 гусеницы весной, средним – от 4 до 20 осенью и до 5 весной, сильным – больше 20 осенью и свыше 5 весной.

По яровым зерновым культурам определение повреждения **скрытостебельными** вредителями (гессенская, шведская и др. злаковые мухи) проводят один раз, в период выхода растений в трубку. При анализе растений определяют число поврежденных растений и стеблей. Перед началом анализа подсчитывают общее число растений и стеблей в пробе. Затем, после осмотра, если внутри стебля или во влагалище листа обнаруживают вредителя или следы его повреждений, стебель и растения относят к числу поврежденных. При анализе овса и ячменя на поврежденность шведской мухой анализируемые зерна разрезают. Зерно, поврежденное шведской мухой, будет иметь внутри личинку или ложнококон вредителя. Анализ повреждения скрытостебельными вредителями целесообразно проводить на учетных площадках.

Поврежденность сортов зерновых культур **хлебными пилильщиками** определяют по 100 продуктивным стеблям с разрезанием их вдоль при анализе

снопа. При этом после обмолота растений (до отцеивания) отбирают два образца по 100 зерен и определяют процент поврежденных.

Для определения степени заражённости почвы **проволочниками** проводят почвенные раскопки. Копают в поле небольшие ямы размером 50×50 см и глубиной 30 см, почву при этом тщательно перебирают на фанерном листе. На поле площадью до 10 га берут 8 почвенных проб, на поле свыше 10 га – 16, а больше 60 га – 24 пробы. После обследования устанавливают среднее число проволочников на 1 м<sup>2</sup>.

Шкала для оценки заселённости почвы проволочниками:

- 1 – слабая степень – до 5 личинок;
- 2 – средняя степень – от 6 до 20 личинок;
- 3 – сильная степень – свыше 20 личинок.

Размеры повреждений **луговым мотыльком** оценивают глазомерно по следующей шкале:

- 1 балл – слабое повреждение (объедено до 25% листовой поверхности);
- 2 балла – среднее (от 25 до 50%);
- 3 балла – сильное (повреждено свыше 50%).

При повреждении **клопом черепашкой** значительно ухудшаются хлебопекарные качества муки в результате воздействия ферментов вредителя на крахмал и клейковину зерна пшеницы. Повреждение колосьев выявляют непосредственно в поле в период от выколашивания до молочно-восковой спелости зерна с помощью учетной рамки (50 х 50 см). На 16 учетных площадках с расстоянием между ними не менее 25 м (восемь площадок у края посевов, восемь — в центре) подсчитывают число колосьев, поврежденных клопами-черепашками. Поврежденный колос полностью или частично белый (белоколосость), без зерна. Диагностику допускается проводить совместно с учетом численности личинок клопов-черепашек.

Массовую долю поврежденных колосьев на поле П, %, вычисляют по формуле

$$П = \frac{\sum П}{\sum О} * 100$$

где:

$\sum П$  – число колосьев, поврежденных клопом–черепашкой, на 16 площадках, шт.;

$\sum О$  – общее число колосьев на 16 площадках, шт.

Полученное значение округляют до целого числа.

Определение поврежденности зерна в лабораторных условиях. Из пробы массой 50 г, освобожденной от примесей, берут навеску 10 г. У поврежденных клопами-черепашками зерен во всех случаях консистенция под пятном рыхлая

и мучнистая. Поврежденные зёрна, обнаруженные в анализируемой пробе, взвешивают с точностью до третьего десятичного знака. Анализ проводят в двух повторностях. Массовую долю зерен, поврежденных клопами - черепашками,  $X_{\text{п}}$ , %, вычисляют по формуле

$$X_{\text{п}} = \frac{m}{b} * 100$$

где:

$m$  – масса зерен, поврежденных клопами - черепашками, г;

$b$  – масса анализируемой пробы, равная 10 г.

Затем рассчитывают среднеарифметическое значение вычислений двух параллельных анализов, округленное до второго десятичного знака.

### 3.10.2 Заболевания, фитопатологические учеты

В Омской области на посевах пшеницы широко распространены грибные заболевания, вызываемые облигатными паразитами (виды ржавчины, мучнистая роса, виды головни) и гембиотрофными грибами (септориоз, тёмно-бурая пятнистость, пиренофороз, фузариоз и др.) (таблица 8).








Таблица 8

Болезни пшеницы и симптомы поражения растений

Название заболевания		Симптомы поражения растений
русское	латинское	
Пыльная головня пшеницы 	<i>Ustilago tritici</i> (Pers.) Jens 	Заболевание проявляется в период выметывания колоса. После распыления телиоспор остается голый стержень. Заражаются растения пыльной головней во время цветения. Телиоспоры, попав на рыльце цветка, прорастают и заражают семяпочку, которая развивается в почти нормальное зерно. При посеве гриб распространяется по растению, достигает колоса, превращая его в чёрную массу телиоспор.
Твердая головня пшеницы 	– <i>Tilletia tritici</i> (Bjerk.) Wint. 	При поражении твёрдой головнёй колосья пшеницы полностью сохраняют структуру, но вместо зерен образуются мешочки, заполненные черной сажистой массой телиоспор. При обмолоте мешочки разрушаются и инфицируют семена. При посеве такими семенами телиоспоры прорастают и, проникая в проросток пшеницы, заражают растение.

Название заболевания		Симптомы поражения растений
русское	латинское	
<p>Спорынья</p> 	<p><i>Claviceps purpurea</i> Tul.</p> 	<p>В колосе вместо семян образуются крупные фиолетово–черные рожки – склероции паразита, которые сохраняются и выживают в почве до следующего года. Весной склероции прорастают, формируют сумки с аскоспорами, которые разносятся ветром и, попадая на цветок, заражают завязь, где образуется клейкий экссудат. Насекомые разносят конидии патогена на здоровые цветки.</p>
<p>Фузариум</p> 	<p><i>Fusarium graminearum</i></p> 	<p>Момент поражения – фаза цветения, происходит заражение колоса. Если за 10 суток до цветения выпадает до 40 мм осадков, ожидается массовое развитие заболевания, потери урожая могут составить 40%. В период молочной спелости колос теряет окраску и становится светлыми и на колосьях можно заметить налет пушистого мицелия от беловато–кирпичного до розоватого цвета. В период уборки и при хранении зерна может происходить заражение фузариозом</p>
<p>Септориоз листьев и колоса</p> 	<p><i>Stagonospora nodorum</i></p> 	<p>Заболевание сначала проявляется на нижних листьях, постепенно переходя на верхние и на колосковые плёнки. На листьях и стеблях появляются светло–бурые пятна с темным ободком. В центре пятна находятся черные мелкие пикниды. Листья бледнеют и усыхают, стебли буреют и пятна появляются на колосковых чешуйках. Температура (10–15°C) и высокая влажностью воздуха благоприятны для развития болезни.</p>
<p>Стеблевая (линейная) ржавчина</p> 	<p><i>Puccinia graminis</i> f.sp. <i>tritici</i> Erikss</p> 	<p>На стеблях, влагалищах листьев, листовых пластинках, а при сильном поражении и на колосьях образуются ржаво–бурые продолговатые пустулы, которые приводят к разрыву эпидермиса стеблей и листьев. При благоприятных условиях погоды – наличие капельно–жидкой влаги и температуры 18–28°C за сезон может проходить несколько уредогенераций и вызвать эпидемию. В конце вегетации растений образуются чёрные телиопустулы с телиоспорами.</p>



Название заболевания		Симптомы поражения растений
русское	латинское	
<p>Бурая (листовая) ржавчина</p> 	<p><i>Puccinia triticina</i> Erikss</p> 	<p>Инфекция проявляется главным образом на верхней стороне листовой пластинки. Пустулы округлые не сливаются между собой и содержат огромное количество оранжевых урединиоспор. При наличии капельножидкой влаги и температуре воздуха 15–25°C заболевание быстро распространяется. За сезон может проходить несколько генераций гриба и за короткий промежуток времени вызывать эпифитотию.</p>
<p>Желтая ржавчина</p> 	<p><i>Puccinia striiformis</i> West</p> 	<p>Пустулы лимонно-жёлтого цвета в виде штрихов и полос развиваются на листьях, междоузлиях стеблей и колосковых чешуйках. При наличии капельно-жидкой влаги (роса, дождь) и температуре до +20°C развивается несколько генераций гриба. При более высокой температуре образуются телиоспоры чёрного цвета. Заболевание, при наличии благоприятных условий, способно вызывать эпифитотию.</p>
<p>Мучнистая роса</p> 	<p><i>Blumeria (Erysiphe) graminis</i></p> 	<p>Признаки болезни сначала проявляются в виде белого мучнистого поверхностного налета на листьях, стеблях, колосьях и даже осях, с возрастом мицелий становится желтовато-серым. В конце вегетации растений на мицелии развиваются чёрные сферические плодовые тела. Для распространения патогена наиболее благоприятна температура (+15–22°C) и высокая влажность воздуха (75–100%). Заболевание способно вызывать эпифитотию.</p>
<p>Желтая пятнистость листьев (пиренофороз)</p> 		<p><i>Pyrenophora tritici-repens</i> (Died.) Первичные симптомы проявляются весной на нижних листьях в виде мелких жёлто-коричневых пятен, которые увеличиваются в размере и распространяются от верхушки листа к его основанию, листья отмирают. Характерным признаком является тёмно-коричневый или чёрный оттенок пятен в центре. Кроме листьев могут поражаться стебли и вызвать чёрный зародыш семян. Патоген развивается в широком температурном диапазоне и в период частых дождей.</p>

<p>Тёмно-бурая пятнистость (гельминтоспориоз)</p> 	<p><i>Drechslera sorokiniana</i> Subran Тёмно-бурая пятнистость проявляется на листьях в виде овальных или слегка вытянутых тёмно-серых или буроватых пятен, резко ограниченных тёмно-пурпуровой каймой, которые постепенно увеличиваются в размере и могут сливаться. По мере старения пятна становятся светлее с тёмно-коричневым окаймлением на листьях и колосе. При сильном поражении наблюдается преждевременное отмирание листьев.</p>
<p>Гельминтоспориозная корневая гниль</p> 	<p><i>Helminthosporium sativum</i> Pammel. Пораженные всходы часто имеют один корешок вместо трех. На первых листьях появляются продольные темные пятна, ростки имеют искривленный вид. На листьях более взрослых растений образуются светло-бурые вытянутые пятна. Иногда загнивают нижние узлы соломины и происходит полегание. Для развития патогена благоприятна тёплая и сухая почва.</p>

В ФГБНУ «Омский АНЦ» большое внимание уделяется созданию сортов сельскохозяйственных культур, устойчивых к грибным патогенам, как наиболее эффективному, экономически выгодному и экологически безопасному методу борьбы с возбудителями этих заболеваний.

Все сортообразцы конкурсного сортоиспытания (КСИ), а также резистентные перспективные линии, выделенные в более поздних селекционных питомниках, коллекционные образцы передаются в лабораторию иммунитета растений для оценки на искусственном инфекционном фоне к грибным патогенам. Практически все сорта яровой мягкой пшеницы, созданные в последние годы, обладают высокой горизонтальной устойчивостью к листостебельным патогенам, которые распространены в районах их возделывания.

Проведенный в 60-х – 70-х годах XX столетия мониторинг бурой ржавчины показал, что в этот период массовое проявление заболевания наблюдалось 1 – 3 раза в десятилетие. В 80-х годах наметилась устойчивая тенденция проявления заболевания в благоприятные годы для возделывания зерновых. В 90-х годах умеренное и сильное развитие патогена отмечено в 7 случаях, а с 2001 г. заболевание в большей или меньшей степени регистрируется ежегодно на территории Сибири [29].

На посевах пшеницы мягкой яровой на естественном фоне в течение 17 лет (2007 – 2024 гг.) мучнистая роса проявлялась практически каждый год, а частота вспышек ржавчинных заболеваний зависела от года. Необходимо отметить, что массовое развитие патогена стеблевой ржавчины отмечено с 2015 г. до 2020 г. и в 2024 г. [30] (рис. 3).

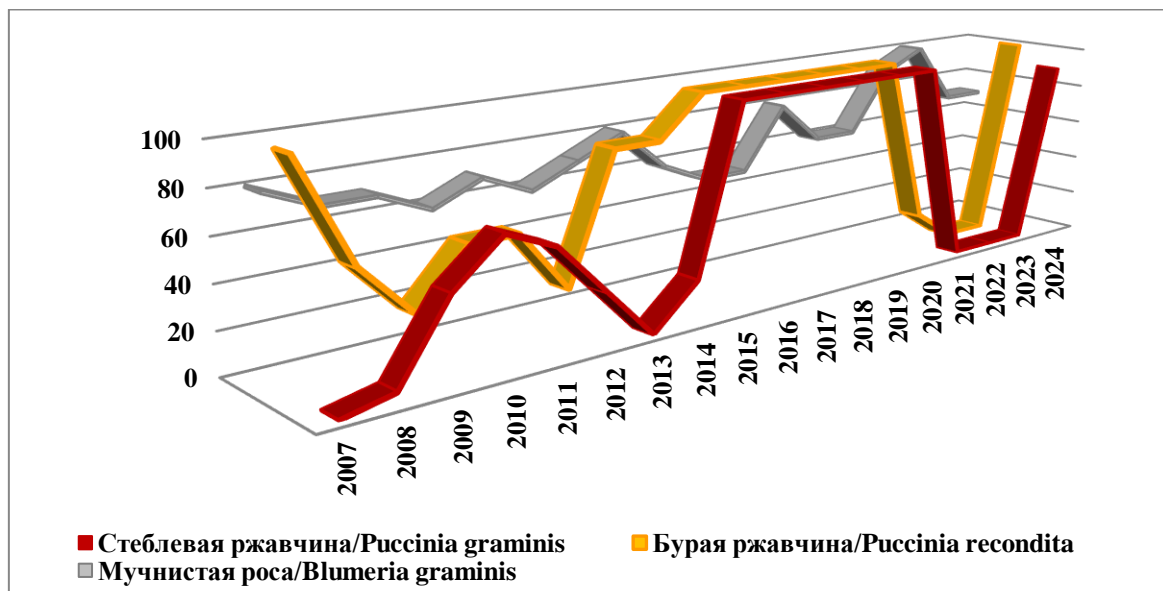


Рисунок 3 – Поражение листостебельными заболеваниями пшеницы, 2007–2024 гг.

Фитопатологические учеты проводят для определения распространения, интенсивности и скорости развития возбудителей заболеваний на конкретной площади.

**Распространение** болезней ( $P$ ) определяют по формуле:

$$P = \frac{n * 100}{N}$$

где:

$N$  – общее количество растений в пробах;

$n$  – количество больных растений.

Средневзвешенный процент распространения ( $P_0$ ) болезни вычисляют по формуле:

$$P_0 = \frac{\sum SP}{S}$$

где:

$\sum SP$  – сумма произведений площади полей на соответствующий процент распространения болезни;

$S$  – обследованная площадь, га.

**Интенсивность** развития болезней ( $R$ ) в процентах или баллах определяют по формуле:

$$R = \frac{\sum ab}{KN}$$

где:

$\sum ab$  – сумма произведений пораженных растений на соответствующий им балл или процент поражения;

N – общее количество учетных растений в пробах;

K – наивысший балл шкалы.

**Скорость развития** возбудителей зависит от температуры воздуха. Время, необходимое для одной генерации гриба, можно определить по формуле:

$$n = \frac{C}{T - t}$$

где:

n – продолжительность генерации, сутки;

C – сумма эффективных температур для развития одной генерации, °C;

T – среднесуточная температура воздуха, °C;

t – нижний температурный порог развития грибов.

Сумма эффективных температур, т.е. среднесуточных, превышающих нижний порог развития возбудителя бурой ржавчины, составляет 85°C, стеблевой – 125°C, желтой – 171°C, нижние пороги – 1,9°C, 2°C и 0,7°C, соответственно. Пользуясь специальными номограммами или моделями, можно прогнозировать интенсивность поражения посевов пшеницы видами ржавчины к молочно-восковой спелости зерна и возможные потери урожая зерна, определить необходимость химической защиты посевов от болезни и оптимальные сроки ее проведения [31].

**Скорость нарастания инфекции в посеве за единицу времени** (день, неделя) рассчитывают по формуле:

$$N = \frac{R1 - R2}{r}$$

где:

N – скорость нарастания инфекции в посеве за единицу времени;

R1 и R2 – развитие болезни при первом и втором учетах;

r – количество дней между учетами.

В зависимости от биотических и абиотических факторов среды скорость нарастания инфекции может изменяться в широком диапазоне: для стеблевой ржавчины она равна 0,3 – 0,6, для бурой ржавчины от 0,11 до 0,91, для септориоза от 0,10 до 0,47, для мучнистой росы – 0,42 процентов в день.

Проводимые нами учеты поражения растений листостебельными патогенами в динамике и расчеты скорости нарастания инфекции в течение суток представлены в таблице 9. Данные таблицы показывают, что именно



бурая ржавчина обладает максимальной скоростью нарастания инфекции. Однако, скорость нарастания инфекции листостебельных заболеваний в наших условиях значительно выше (> чем 5-8 раз).

Таблица 9

Скорость нарастания инфекции патогенов в зависимости  
от группы спелости генотипа

Группа спелости	Скорость нарастания инфекции патогена, % в день					
	мучнистая роса		бурая ржавчина		стеблевая ржавчина	
	% за день	максимальный период	% за день	максимальный период	% за день	максимальный период
Среднеранняя	2,3	III декада июня	7,8	III декада июля	4	II декада августа
Среднеспелая	1,3	-//-	5,6	I декада августа	4,1	-//-
Среднепоздняя	1,8	-//-	5	-//-	4,5	-//-

Оценку сортов по устойчивости к заболеваниям в поле проводят в определённые, наиболее уязвимые фазы развития растений. При оценке устойчивости к бурой ржавчине визуально определяют поражение флагового и предфлагового листьев (ДК 39 – 49); стеблевой – двух верхних междоузлий, влагалищ флагового и предфлагового листьев и колоса (ДК 50 – 59). Распространение и интенсивность развития мучнистой росы, видов септориоза, желтой и темно-бурой пятнистости учитывают одновременно с ржавчиной, а поражение корневой гнилью в фазу выхода в трубку и молочной спелости растений (ДК 30 – 75). Важно оценивать поражение растений в динамике, через 5 – 7 дней, начиная с момента проявления первых симптомов заболевания, что позволяет выявлять возрастную (горизонтальную) устойчивость. По мнению Э. Э. Гешеле [25], устойчивость сортов к поражению болезнями определяют на основе трех ведущих показателей: по внешнему проявлению реакции растения-хозяина на вторжение патогена (тип реакции, балл); по интенсивности проявления заболевания (степень поражения, %) и по потерям урожая от заболевания. Для их определения разработаны оценочные шкалы по каждому виду заболевания.

По типу реакции растения на внедрение патогена бурой ржавчины базируются на шкале Майнса и Джексона; по стеблевой – Стекмана и Левина и желтой – Гайсснера и Штрайба; по всем видам ржавчины – Вавилова; по мучнистой росе – Прескотта и Саери; по септориозу и пятнистостям – Джеймса и т.д. Эти шкалы, как правило, имеют пять значений и выражаются в баллах, от 0 (иммунный, нет признаков поражения растения) до 4 – максимальная восприимчивость. Несколько позднее были предложены шкалы с градацией от 1 до 9, где 1 – максимальное поражение, а 9 – иммунитет [32].

**Ржавчинные заболевания** (*Puccinia triticina* Eriks., *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *Tritici*., *Puccinia striiformis* West). Кроме вышеперечисленных шкал, используются и шкалы с буквенными обозначениями, объединяющие и тип реакции растения на внедрение патогена и степень поражения (рис. 4)

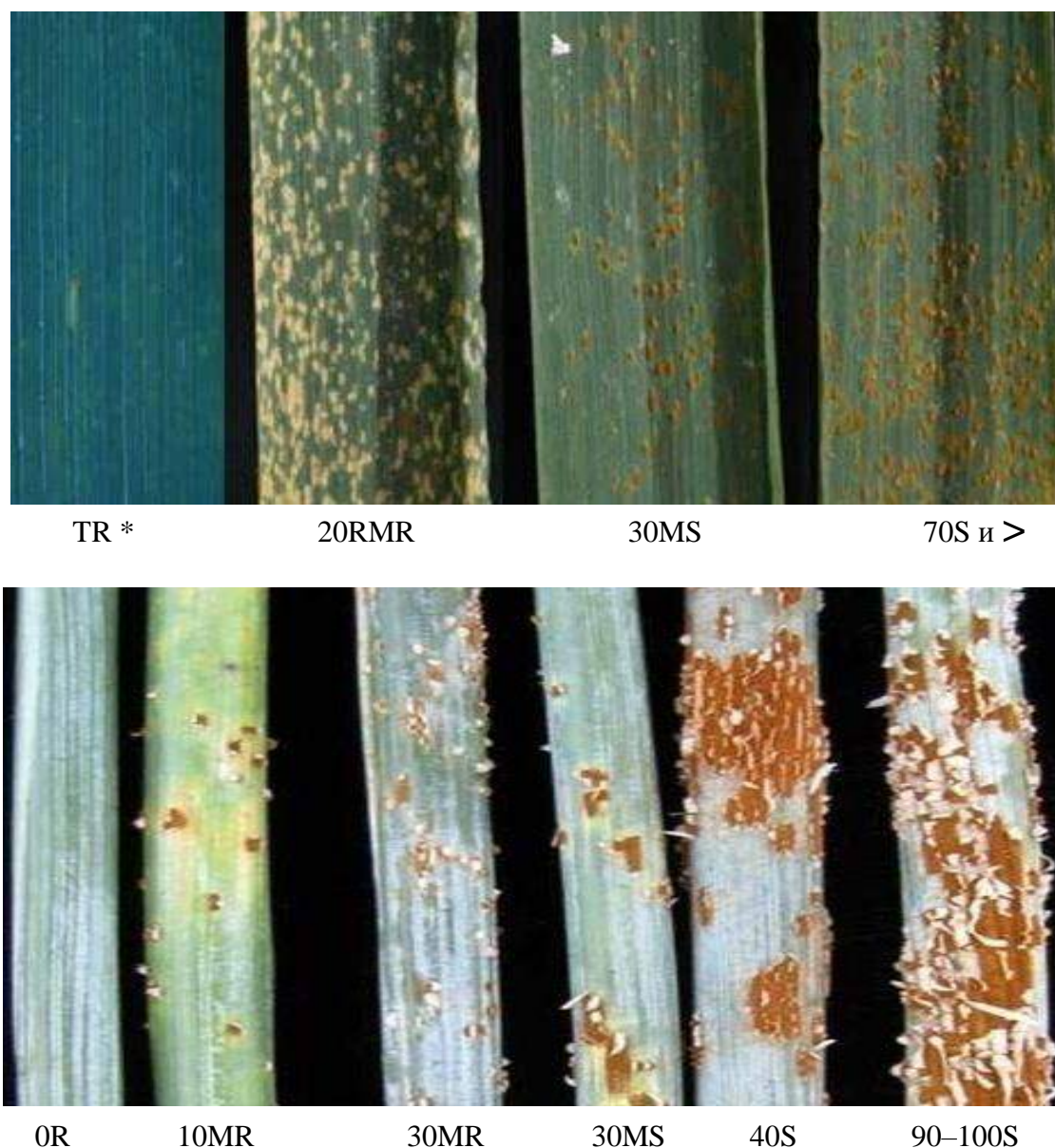


Рисунок 4 – Шкала учета поражения зерновых культур бурой и стеблевой ржавчиной  
 \* TR - высоко устойчивые; RMR- умеренно устойчивые; MR- слабо восприимчивые;  
 MS– восприимчивые; S– сильно-восприимчивые

Учитывая высокую адаптацию ржавчинных грибов, их повсеместное распространение и для их анализа было предложено множество шкал, изучив и проработав которые, мы предлагаем для оценки в полевых условиях устойчивости растений к ржавчине использовать шкалы, представленные в таблице 10.

## Шкала устойчивости зерновых культур к ржавчинным заболеваниям

Устойчивость	Характер проявления болезни	Степень поражения, %	Устойчивость, балл	Тип реакции	ИУ «Омский АНЦ»
Иммунные	Признаки болезней отсутствуют	0	9	R	1,0
Высоко устойчивые	На листьях некрозные пятна с очень мелкими уреднио-пустулами	10	8	TR	0,90
Устойчивые	Мелкие и средние пустулы, возможно с некрозными и хлорозными пятнами	11–20	7	R	>0,80
Умеренно устойчивые	Средние пустулы, со слабым хлорозом	21–40	6	MR	0,60÷0,79
Средне восприимчивые	Средние, крупные пустулы	41–50	5	MS	0,30÷0,59
Восприимчивые	Крупные пустулы	51–60	4	MS	0,10÷0,29
– // –	– // –	61–70	3	MSS	
Сильно восприимчивые	Крупные сливающиеся пустулы	71–80	2	S	<0,10
	– // –	81–100	1	VS	

**Мучнистая роса** (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici* Em. March.). Оценка устойчивости растений к мучнистой росе в поле основана на особенности патогена распространяться по растению снизу вверх.

Согласно методическим рекомендациям [28] уровень поражения мучнистой росой и степень поражения определяется в фазу полного колошения (ДК 50 – 59). По степени поражения образцы объединяют в три группы:

R – высокоустойчивые – интенсивность поражения  $\leq 10\%$ ;

M – среднеустойчивые – интенсивность поражения 11 – 40%;

S – восприимчивые – интенсивность поражения  $> 41\%$ .

Также можно оценивать растения по шкале интенсивности поражений и по усовершенствованной нами шкале (табл. 11, рис 5).



Рисунок 5 – Шкала учета интенсивности поражения растений зерновых культур мучнистой росой

Таблица 11

Усовершенствованная шкала оценок устойчивости пшеницы к мучнистой росе

Поражение		Характер проявления болезни	Устойчивость / восприимчивость растений
балл	%		
9 – 8	0 – 10	От отсутствия инфекции до слабого поражения нижней трети растения	Устойчивый, RR
7 – 6	11 – 40	Растение поражено от основания до середины: нижние листья сильно, а вышерасположенные – слабо	Среднеустойчивый, R
5	41 – 60	Значительная инфекция на нижней трети растения, умеренная на средних листьях, слабая инфекция на листьях, расположенных выше середины растения	Средневосприимчивый, M
3 – 4	61 – 80	Растение поражено до флагового листа: листья нижнего яруса очень сильно и наблюдается их гибель, листья среднего яруса – умеренно или сильно, флаговый лист – слабо	Восприимчивый, S
1 – 2	81 – 100	Поражено все растение: флаговый лист – умеренно или сильно, наблюдается гибель листьев в нижнем и среднем ярусах, инфекция на колосовых чешуях и осях	Сильно восприимчивый, SS

**Пыльная и твёрдая головня.** Возбудитель пыльной головни пшеницы (*Ustilago ritici* (Pers.) Rostr.) развивается по двухлетнему циклу, заражение растений происходит во время цветения (ДК 60 – 69), а проявление заболевания на второй год при посеве инфицированными семенами.

Возбудитель твёрдой головни пшеницы (*Tilletia caries* (DC.) Tul.). Заражение семян происходит при обмолоте или посеве, инфекция сохраняется на поверхности зерновки (ДК 86 – 92), чаще всего в бороздке.

Учитывают восприимчивость растений к головневым заболеваниям в фазу восковой спелости. Подсчитывают число здоровых и пораженных головней колосьев и рассчитывают процент поражения. Согласно методике ВИР [28], разбивка сортов на классы устойчивости по видам головневых болезней представлена в таблице 12.

Таблица 12

Шкала устойчивости пшеницы к головневым заболеваниям

Балл	Характер проявления болезни	Степень устойчивости
<b>Твердая головня пшеницы (<i>Tilletia tritici</i>)</b>		
9	Поражение отсутствует, 0 %	Высокая устойчивость
7	Поражение до 10 %	Практическая устойчивость
5	Поражение от 10,1 до 25 %	Слабая восприимчивость
3	Поражение от 25,1 до 50 %	Средняя восприимчивость
1	Поражение свыше 50%	Сильная восприимчивость

Пыльная головня пшеницы ( <i>Ustilago tritici</i> )		
9	Поражение отсутствует, 0 %	Высокая устойчивость
7	Поражение до 5 %	Практическая устойчивость
5	Поражение от 5,1 до 25,0 %	Слабая восприимчивость
3	Поражение от 25,1 до 50,0 %	Средняя восприимчивость
1	Поражение свыше 50 %	Сильная восприимчивость

Проявление головнёвых патогенов и степень поражения образцов в сильной степени зависит от погодных условий во время инфицирования. В случае с твёрдой головнёй от температуры и влажности почвы во время посева, а пыльной головнёй от температуры и влажности воздуха во время цветения.

В случае головневых болезней оценка доли поражения генеративных органов отражает в целом развитие популяции патогена на генотипе. Если принять за сильную восприимчивость поражение 50% стеблей и рассчитать ИУ по критериям шкалы В.И. Кривченко, то получатся интервалы для определения групп устойчивости / восприимчивости форм к головне:

- 0 – высокая устойчивость (иммунитет);
- 0,01 – 0,10 – практическая устойчивость,
- 0,11 – 0,40 – слабая восприимчивость;
- 0,41 – 0,80 – средняя восприимчивость;
- 0,81 – 1,00 – сильная восприимчивость.

#### **Фузариоз колоса (*Fusarium graminearum* Fl. Anhalt.).**

В последние годы на посевах пшеницы и ржи отмечаются вспышки фузариоза колоса. В результате поражения ухудшаются посевные и пищевые качества зерна. Возбудитель фузариоза выделяет фузариотоксины, в результате чего зерно становится непригодным для использования в пищевых и кормовых целях даже при небольшой степени поражения. Наиболее интенсивно поражение происходит в фазе цветения (ДК 60 – 69) [28].

Фузариоз колоса начинают учитывать в фазе колошения. Просматривают по 50 колосьев в 20 местах поля. Степень фузариозного поражения колоса оценивают по шкале:

- 0 – отсутствуют поражение;
- 1 – поражены единичные колосовые чешуйки;
- 2 – поражено около 1/3 колоса, единичные поражения зерна;
- 3 – поражено около 1/2 колоса или зерен в колосе;
- 4 – поражены почти все колосовые чешуйки или зерна в колосе.

Для полноценной и достоверной оценки проводится учет поражения колоса и зерна фузариозом. Это необходимо учитывать в селекционных программах и в опытах по изучению эффективности фунгицидов.

В период формирования зерновок – молочная, тестообразная спелость зерна проводится осмотр колосьев (10 проб по 10 стеблей) по шкале, (табл.13).



Таблица 13

**Шкалы оценки устойчивости пшеницы при учетах степени поражения  
фузариозом колоса**

Шкала СЭВ			Шкала СИММУТ		
пораженная поверхность колоса		уровень устойчивости	количество пораженных колосков		уровень устойчивости
балл	%		балл	шт.	
9	0	Очень высокая устойчивость	0	0	Иммунность
8	5	Высокая устойчивость	1	1	Очень высокая устойчивость
7	10	Устойчивость	1	1 – 2	Устойчивость
6	15		2	2 – 4	Средняя устойчивость
5	25	Слабая восприимчивость	3	5 – 6	Средняя восприимчивость
4	40	Восприимчивость	4	>7	Восприимчивость
3	65		5	весь колос	Высокая восприимчивость
2	90	Высокая восприимчивость	-	-	-
1	100	Очень высокая восприимчивость	-	-	-

**Септориоз.** Заболевание проявляется на листе и колосе и вызывается двумя видами патогенов – *Septoria tritici blotch*, возбудитель *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvlieg & Crous (синоним *Septoria tritici* Rob. et Desm) и *Stagonospora nodorum blotch*, возбудитель *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvlieg, Verkley & Crous (синоним *Septoria nodorum* [Berk.] Castellani and E.G. Germano). Оценка степени поражения сортов септориозом проводят в фазу молочной спелости (ДК 70 – 79). Просматривают по 10 стеблей и 5 колосьев и визуально определяют площадь, занятую в пятнах, в % для листьев и колосьев [33]. Поражаемость учитывают по первому, второму и третьему листьям от флагового листа и рассчитывают средние данные по стеблям и колосьям.

Таблица 14

**Шкала интенсивности поражения растений септориозом**

Оценка поражения	балл	9, 8	7, 6	5	4, 3	2, 1
	%	0-5 RR	10-15 R	25 M	40-65 S	90-100 SS
Степень устойчивости / восприимчивости растений		высоко- устойчивые	устойчи- вые	слабо- восприимчивые	воспри- имчивые	высоко- восприимчивые

Для оценки поражённости растений на естественном и инфекционном фонах можно использовать шкалу Саери и Прескотта и международную шкалу [33] (табл.14).

**Жёлтая пятнистость** (пиренофороз) (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died. Drechs.) Проявление этого заболевания на посевах в Омской области отмечено сравнительно недавно и вызвано, возможно, обработкой почвы с оставлением стерни, изменением климата, а также с выращиванием сортов устойчивых к ржавчинным заболеваниям, что привело к возникновению свободной ниши для других листовых патогенов, в т.ч. и для жёлтой пятнистости [34].

Кроме обычной пятнистости листьев *P. tritici-repentis* вызывает симптом «чёрный зародыш», розовость семян и бурую пятнистость чешуек и остей. Для оценки устойчивости сортов к патогену в естественных условиях можно использовать шкалу, предложенную для септориоза, (табл. 14).

**Тёмно-бурая листовая пятнистость.** Возбудитель *Bipolaris sorokiniana* (Sacc. in Sorok.), который, помимо развития на живых органах растений, способен к сапрофитному обитанию в почве и на растительных остатках. Учёт заболевания проводят в период молочной спелости зерна (ДК 70 – 79) по шкале (табл. 15., рис. 6).

Таблица 15

Усовершенствованная шкала оценок устойчивости зерновых  
к тёмно-бурой листовой пятнистости

Поражение		Характер проявления болезни	Устойчивость / восприимчивость
балл	%		
9 – 8	0 – 5	От отсутствия признаков поражения до мелких пятен на нижних листьях, поражено 5%	Устойчивый, RR
7 – 6	6 – 15	Хлороз и мелкие бурые пятна на 6% поверхности на нижних листьях растения: на нижних – умеренно, на верхних –15%	Среднеустойчивый, R
5	16 – 40	Значительная инфекция на нижней трети растения, умеренная на средних листьях, слабая на выше середины растения	Средневосприимчивый, M
3 – 4	41 – 65	Растение поражено до флагового листа: листья нижнего яруса сильно, среднего яруса – умеренно, флаговый лист – слабо	Восприимчивый, S
1 – 2	66 –100	Поражено все растение: флаговый лист – сильно, наблюдается гибель листьев в нижнем и среднем ярусах, инфекция на колосовых чешуях и остях	Сильно восприимчивый, SS

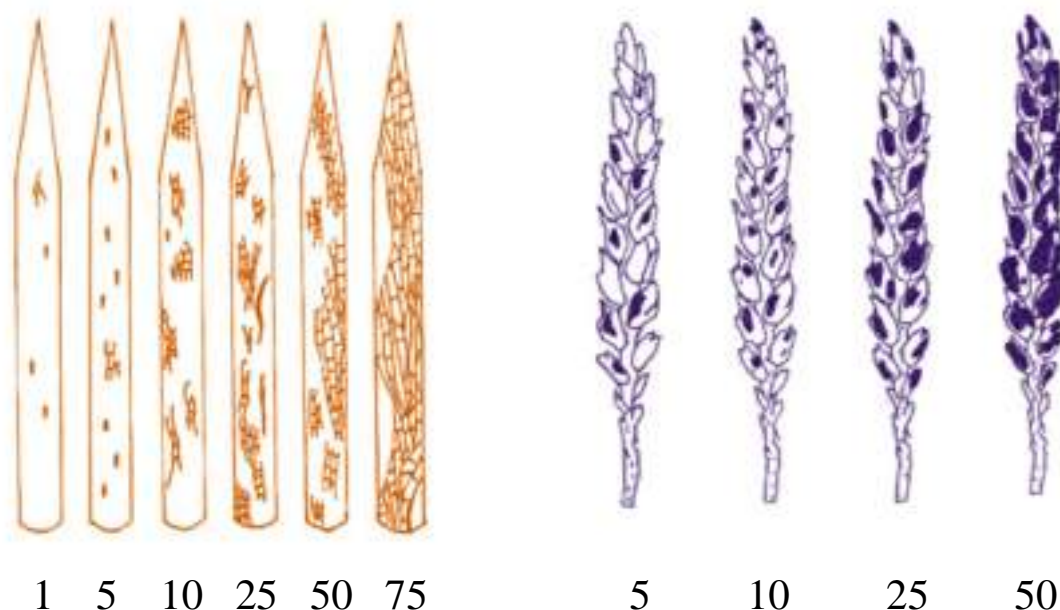


Рисунок 6 – Модифицированная шкала для определения степени поражения листьев и колоса пятнистостями

**Корневые гнили** – заболевание корней и прикорневой части стеблей, вызываемые одним или комплексом видов гембиотрофных грибов [35,36]. Различают обыкновенную корневую гниль, вызывается грибом *Bipolaris sorokiniana*, фузариозную, вызывают грибы *ssp Fusarium*, офиоблезную – *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) ArxetD.L. Oliver. и др. В процессе онтогенеза растений поражённость зерновых колосовых культур корневыми гнилями изменяется. Поэтому оценку к ним необходимо проводить дважды: в фазу выхода в трубку (ДК 30 – 37) и молочной спелости растений (ДК 70 – 79). Корни и прикорневую часть растений отмывают водой и после промывки анализируют по степени поражения первичных и вторичных корней, подземного междоузлия, узла кущения и основания стеблей.

Степень устойчивости определяют по шкале:

9 – признаки болезни отсутствуют;

7 – единичные штрихи, слабое побурение подземного междоузлия или основания стебля;

5 – побурение до 50 % площади подземного междоузлия, частичное загнивание узловых корней, пожелтение листьев;

3 – сильное почернение подземного междоузлия, пораженная ткань составляет до 75 % площади, белоколосость, загнивание корневой системы, трухлявость колоса, растение легко выдергивается из почвы.

1 – органы поражены полностью, растение погибло.



По проявлению степени защитных реакций (устойчивости) сортов пшеницы к возбудителям корневых гнили пользуются следующей шкалой:

- 9 – иммунный;
- 7 – высокоустойчивый;
- 5 – среднеустойчивый;
- 3 – средневосприимчивый;
- 1 – восприимчивый.



9 = 1–9%, 7 = 10–29%, 5 = 30–69%, 4 = 70–89%, 3 = 90–100%.

Рисунок 7 – Шкала для учета степени поражённости растений корневой гнилью

Для селекционера представляет интерес динамика развития болезни, выраженная ПКРБ и ИУ. С этой целью учет поражения пшеницы листовыми заболеваниями желательно проводить 4 – 6 раз – с фазы кущения до восковой спелости. Оценка поражаемости генотипов в динамике позволяет составить более полное представление о вредоносности патогенов. Суммарной оценкой вредоносности служит площадь под кривой развития болезни (ПКРБ) [37]. Ее рассчитывают по формуле:

$$S = \sum_{j=2}^n \frac{d_j(Y_j + Y_{j+1})}{2},$$

где:

n – число учетов;

d<sub>j</sub> – разность между двумя последовательными учетами, сут;

Y<sub>j</sub>, Y<sub>j+1</sub> – соответственно поражения в первом и втором из каждых двух последовательных учетов, балл или %.

Пример расчета ПКРБ для восприимчивого сорта Памяти Азиева и сортообразца со средним уровнем устойчивости Лютесценс 224/11–8–5:

Памяти Азиева = ((7\* (1+15)/2 + 8\* (15+70)/2 + 6\*(70+90)/2)) = 876

Лютесценс 224/11–8–5 = ((7\* (0+5)/2 + 8\* (5+30)/2 + 6\*(30+40)/2)) = 368

Уровень устойчивости изучаемых форм определяется по значениям

индекса устойчивости (ИУ) путем деления конкретного значения ПКРБ на максимальное значение ПКРБ восприимчивого генотипа:

$$\text{ИУ} = \frac{\text{ПКРБ генотипа}}{\text{ПКРБ max значение}}$$

При этом:

- высокий уровень устойчивости –  $0,10 \div 0,35$ ;
- средний –  $0,36 \div 0,65$ ;
- низкий –  $0,66 \div 0,80$ ;
- восприимчивость –  $> 0,80$ .

Однако данные расчета коэффициента корреляции показывают, чем более восприимчивый сорт, тем выше его урожайность (коэффициент корреляции положительный), что противоречит связи между устойчивостью и урожайностью. В своих расчетах мы используем следующую шкалу (1 минус значения ИУ):

- высокий уровень устойчивости –  $> 0,80$ ;
- средний –  $0,64 \div 0,35$ ;
- низкий –  $0,34 \div 0,20$ ;
- восприимчивость –  $< 0,19$

Для примера представим результаты поражаемости генотипов в питомнике КСИ возбудителем бурой ржавчины в таблице 16 и рисунке 8.

Таблица 16

Интенсивность поражения в динамике стеблевой ржавчиной  
яровой мягкой пшеницы, %

Сортообразец	Дата учета				ПКРБ	ИУ		Уровень устойчивости
	29.07	5.08	13.08	19.08		ВНИИФ	Омский АНЦ	
Сигма 5	0	0	0	5	15	0,02	0,98	высокий
Л. 224/11–8–5	0	5	30	40	368	0,42	0,58	средний
Л. 417/10–5	1	15	40	70	606	0,69	0,31	низкий
Памяти Азиева	1	15	70	90	876	1	0	восприимчивый

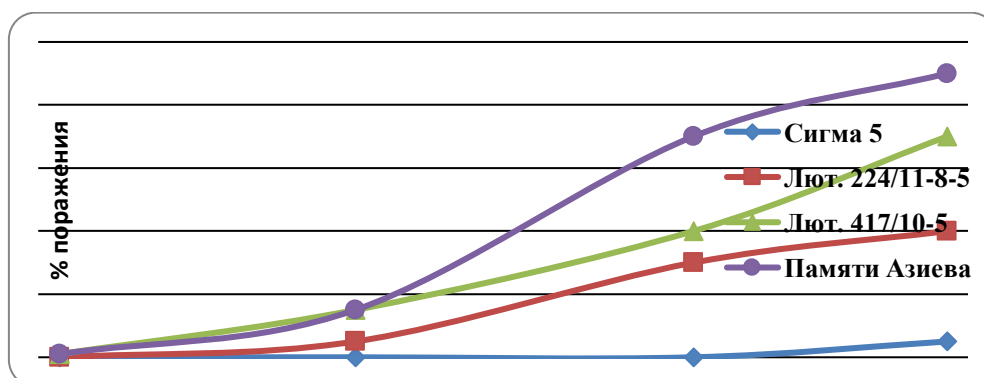


Рисунок 8 – Интенсивность поражения в динамике стеблевой ржавчиной  
яровой мягкой пшеницы, %

## 4. ОЦЕНКА ВРЕДНОСТИ ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ

### 4.1 Вредоносность вредителей

**Тля обыкновенная злаковая** вызывают угнетение растений и снижение массы зерен. При значительном повреждении потери зерна составляют не менее 4 – 5 ц/га, а в отдельные годы урожай может снижаться вдвое.

**Блошка полосатая хлебная.** Главный стебель, поврежденный в конце фазы кущения, погибает, а при выходе в трубку образует колос без зерновок, потери урожая могут достигать до 10 – 15%.

**Серая зерновая совка.** Потери урожая зависят от времени рождения гусениц и созревания пшеницы, а также от количества выживших особей за этот период. При численности 100 гусениц на 1 м<sup>2</sup> потери зерна составляют 2 ц с 1 га, а при 500 гусеницах на 1 м<sup>2</sup> – до 10 ц с 1 га.

**Шведская и гессенская муха.** При сильной заселённости растений потери урожая достигают до 50%. Если повреждения нанесены до начала кущения в условиях недостатка влаги, то гибель растений достигает 40–80%.

**Пилильщик хлебный обыкновенный.** Повреждённые колосоносные стебли приводят к потерям от 10% до 30% веса зерна в зависимости от сорта, условий и времени подпиливания стеблей.

**Луговой мотылёк** может вызывать снижение урожайности пшеницы до 60%, иногда приводит к полной гибели посевов.

**Клоп черепашка.** Поврежденные зерновки щуплые, на 50 – 70% легче здоровых, морщинистые, со следом укола в виде темной точки. Мука из поврежденных зерен имеет низкие хлебопекарные качества.

**Саранчовые** – ущерб заключается в том, что эти вредители объедают листья и стебли, выедают зёрна в колосьях. Особенно сильный вред они наносят в жаркую, засушливую погоду. При массовых скоплениях саранчи уничтожается вся растительность. Очень важно проводить регулярные обследования.

**Проволочники.** При сильном повреждении корневой системы потери могут составлять от 50% до 70% урожая.

### 4.2 Вредоносность заболеваний

Вредоносность заболеваний определяют методом перерасчета, когда по урожаю здоровых растений определяют возможный урожай, затем вычисляют из него фактический урожай и получают потери, которые можно выразить как в ц/га, так и в процентах.

Вначале рассчитывают **коэффициент вредоносности (К)** – отношение урожайности пораженных растений к урожайности здоровых растений, %, по формуле:

$$K = \frac{(a - b) * 100}{a}$$

где:

К – коэффициент вредоносности;

a – урожай здорового растения;  
b – урожай пораженного растения.

Зная процент поврежденных растений в посеве и коэффициент вредоносности, можно определить в процентах **потерю урожая** по формуле:

$$C = \frac{P \times K}{100}$$

где:

C – потери урожая (в %);  
P – процент поврежденных растений;  
K – коэффициент вредоносности.

Наиболее существенное преимущество устойчивости сортов – это сохранение урожая в условиях развития эпифитотии, которое характеризуется показателем толерантности «выносливости». Оценку проводят путём сравнения урожайности с поражённой и непоражённой (контроль) участков, проведённых в одинаковых условиях.

Для количественной оценки толерантности вычисляют коэффициент:

$$K = \frac{Y_{\text{п}}}{Y_{\text{к}}}$$

где:

Y<sub>п</sub> – урожайность поражённой деланки;  
Y<sub>к</sub> – урожайность контрольной деланки.

Если K близок к единице, можно говорить о толерантности образца к патогену и наоборот.

Максимальное проявление **листочестебельных заболеваний** наблюдается в фазу колошения – восковая спелость (ДК 50 – 85). По этому показателю потери урожая (%) устанавливают по шкале (табл. 17) [38].

Таблица 17

Потери урожая от листочестебельных заболеваний, %

Степень развития болезней, %	Бурая ржавчина			Стеблевая ржавчина, восковая спелость ДК 80 – 85	Мучнистая роса колошение–цветение ДК 50 – 69
	колошение ДК 50 – 59	цветение ДК 60 – 69	молочная спелость ДК 70 – 79		
5	0,7	0,2	-	-	
10	3	1	0	0,5	8
20	7,8	2,3	0,8	3,4	10
40	20	10	3	15	13
60	32	18	8,8	43	20
80	41,5	26,5	14,4	61	>35
100	>50	>35	>20	>75	-

### Листовые пятнистости (септориоз, желтая и темно-бурая пятнистости).

Септориозные пятнистости поражают зерновые культуры. На листьях чаще проявляется *Septoria tritici blotch*, на колосьях – *Stagonospora nodorum blotch*, но он может поражать и листья. Наиболее интенсивно поражение листьев проявляется от выхода в трубку (ДК 30) до цветения (ДК 60 – 69), а колосьев в фазу созревания (ДК 80 – 92). Заражение септориозом ведет к замедлению роста растений, преждевременному усыханию листьев, уменьшению озерненности колоса, щуплости зерна, а при поражении узлов стебля – к полеганию растений. В зонах постоянного развития септориозов потери от него составляют 10 – 15%, а в эпифитотийные годы от 30 – 40%.

Для определения потерь урожая от септориоза листьев и колоса озимой и яровой пшеницы применяется шкала или критические уровни поражаемости септориозом (табл.18).

Таблица 18

Шкала потерь урожая пшеницы от септориоза

Интенсивность развития болезни, фаза молочно–восковой спелости, %	Потери урожая от септориоза, %	
	листьев	колоса
10	4	7
20	9	12
40	15	18
50	19	25
80	23	30
100	28	40

В таблице 19 представлены потери урожая от фузариоза колоса.

Таблица 19

Шкала оценки потерь урожая зерновых культур от фузариоза колоса

Степень восприимчивости сорта	Период от проявления болезни до молочно–восковой спелости, сутки	Потери урожая при уровне первичного проявления болезни, %			
		0,1	1	5	10
Умеренно-устойчивый	5	<10	<10	10 – 20	10 – 20
	15	<10	10 – 20	>50	>50
	25	10 – 20	>50	>50	>50
Умеренно-восприимчивый	5	<10	10 – 20	20 – 50	20 – 50
	15	20 – 50	>50	>50	>50
	25	>50	>50	>50	>50

Если потери от каждого заболевания меньше 3 – 4%, то для оценки комплексных потерь просто суммируют потери урожая от каждой болезни.

**Спорынья** – отрицательно действует на все элементы структуры урожая, например, у озимой ржи озерненность колоса снижается до 52%, масса колоса – до 72, масса 1000 зерен – до 57, урожай зерна – до 33%. Вредоносность

спорыньи состоит также в токсическом действии алкалоидов, содержащихся в склероциях. Согласно ГОСТу, зооветеринарная норма содержания склероциев спорыньи в зернофураже 0,1%. Зерно, используемое на продовольственные цели, не должно содержать более 0,05% примеси склероциев.

**Корневая гниль** – её вредоносность определяют методом перерасчета [35], когда по продуктивности здоровых растений предполагают возможный урожай, затем вычисляют из него фактический урожай и получают потери, которые можно выразить как в ц/га, так и в процентах.

Определяют **коэффициент вредоносности** по формуле:

$$K = \frac{(a - b) \times 100}{a}$$

где:

a – урожай здорового растения;

b – урожай больного растения;

K – коэффициент вредоносности, %.

**Потери урожая** вычисляют по формуле:

$$\Pi = \frac{(a \times K)}{100}$$

где:

Π – потери урожая, %;

a – поражённость растений, %;

K – коэффициент вредоносности.



## **5. ИЗУЧЕНИЕ ГЕНОТИПОВ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДНК-МАРКЕРОВ**

При создании новых сортов ученые ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» используют самые современные подходы, опираясь на традиционные схемы и методы селекции пшеницы. Для решения проблемы увеличения спроса на продукцию аграрного сектора уже недостаточно существующих сортов, созданных путем классических методик, на помощь должны прийти сорта, получаемые на основе ДНК-маркирования. В последние годы селекционеры начали активно использовать мощный инструмент отбора – молекулярные маркеры. Эти маркеры, связанные с генами, ответственными за проявление ключевых хозяйственно ценных характеристик сельскохозяйственных растений, позволяют точно проводить отбор на уровне отдельных растений или селекционных линий, основываясь на генотипе, который не искажается под влиянием внешних факторов. Селекционеры из США, Европейского Союза, Австралии, Японии, Китая и других стран широко применяют молекулярные маркеры в своей деятельности [39].

Возможности использования «MAS» селекции:

- ускорение процесса селекции и экономия трудовых и материальных ресурсов;
- получение независимого отбора (отсутствует эффект среды, независимость от этапа селекции, например при отборе на качество зерна);
- повышенная эффективность при скрещивании (возможность различать на отдельных растениях гомозиготы и гетерозиготы, контроль рецессивной аллели в гетерозиготе при беккроссировании).

Внедрение молекулярных маркеров в традиционную схему селекции требует проведения предварительных исследований по изучению их эффективности при отборе и разработке индивидуальной методики для конкретной селекционной программы.

В качестве контрольных образцов используется растительный материал мягкой пшеницы. На первом этапе проводится отработка протокола идентификации генов. Полученная информация о работоспособности и эффективности молекулярных маркеров позволяет приступить к тестированию изучаемого материала.

Пробоподготовка образцов осуществляется из 10-дневных проростков пшеницы, для разрушения растительных тканей используется гомогенизатор Tissue Lyser LT (Qiagen, Германия). Выделение НК проводится с помощью коммерческого набора реагентов «Экстрэн 3» («Синтол», Россия). Концентрацию ДНК определяли на спектрофотометре FlexA-200 (Allsheng, Китай) и приводится к единому показателю приблизительно 100 нг/мкл.

Для проведения ПЦР был используется набор БиоМастер HS-Taq ПЦР-Color (2х) (ООО «Биолабмикс», г. Новосибирск) и ряд праймеров (таблица 1), синтезированных в ООО «Биоссет», г. Новосибирск. Амплификация осуществлена в термоциклере T100 (Bio-Rad, США). Полимеразная цепная реакция проводилась по разработанным для каждого праймера протоколам, указанных в таблице 20.

Методом горизонтального электрофореза в 1,5 % агарозном геле в 1×TBE буфере в течение 60 мин. при напряжении в 140 В разделяются полученные фрагменты ДНК с добавлением красителя Ethidium bromide (ООО «Биолабмикс», г. Новосибирск). Результаты визуализируются геле-документирующей системой GelDoc XR+ (Bio-Rad, США) с программным обеспечением Image Lab 5.1 (Bio-Rad, США). Размеры фрагментов ДНК оценивают по подвижности в сравнении со стандартным ДНК маркером молекулярного веса «50bp Ladder» (ООО «Биолабмикс», г. Новосибирск). Для проверки достоверности полученных ДНК спектров опыт необходимо повторить не менее двух раз.

Таблица 20

Характеристика праймеров, используемых для идентификации соответствующих генов

Ген	Праймер	Структура праймера	Ссылка
устойчивость к бурой и стеблевой ржавчинам			
<i>Lr9</i>	SCS5	5'-TGCGCCCTTCAAAGGAAG-3' 5'-TGCGCCCTTCTGAACTGTAT-3'	[40]
<i>Lr 19</i>	SCS26	5'-GGCGGATAAGCAGAGCAGAG-3' 5'-GGCGGATAAGTGGGTTATGG-3'	[41]
<i>Lr 26</i>	SecA2 SecA3	5'-GTTTGCTGGGGAATTATTTG-3' 5'-TCCTCATCTTTGTCCTCGCC-3'	[42]
<i>Sr24</i>	Sr24#50	5'-CCCAGCATCGGTGAAAGAA-3' 5'-ATGCGGAGCCTTCACATTTT-3'	[43]
<i>Sr25</i>	Xwmc221	5'-ACGATAATGCAGCGGGGAAT-3' 5'-GCTGGGATCAAGGGATCAAT-3'	[44]
<i>Sr31</i>	SCSS30.2	5'-GTCCGACAATACGAACGATT-3' 5'-CCGACAATACGAACGCCTTG-3'	[45]
<i>Sr28</i>	wPt-7004-PCR	5'-CTCCCACCAAAACAGCCTAC-3' 5'-AGATGCGAATGGGCAGTTAG-3'	[46]
<i>Sr32</i>	csSr32#1	5'-GGTTTGGTGGCAACTCAGGT-3' 5'-CATAAGCCA AAGAGGCACCA-3'	[47]

## 6. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ОТЛИЧИМОСТЬ, ОДНОРОДНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ ПО МЯГКОЙ ПШЕНИЦЕ

Сорт, который планируется для передачи на ГСУ, должен быть описан по 33 признакам [48]. Для оценки степени выраженности признаков отличимости, однородности и стабильности используют определения, приведенные в «Таблице признаков», Отметка (+) указывает на то, что описание признака сопровождается в методике объяснениями или иллюстрациями. Отметка (\*) указывает на то, что данный признак следует применять каждый вегетационный период для оценки всех сортов и всегда включать в описание сорта. По каждому признаку указан метод его учета.

М – непосредственное измерение;

VG – визуальная однократная оценка группы растений (колосья, зерна);

VS – визуальная оценка определенного количества отдельных растений (колосья, зерна).

Значениям выраженности признака даны индексы (1 – 9) для электронной обработки результатов. По значениям выраженности признака указаны эталонные сорта. Среди эталонных сортов 5 сортов нашей лаборатории – Омская 20, Омская 26, Омская 28, Омская 29 и Памяти Азиева.

Использован документ УПОВ TG/3/8 "GUIDELINES FOR THE CONDUCT OF TESTS FOR DISTINCTNESS, HOMOGENEITY AND STABILITY". Оригинал на английском языке от 26.10.81.

Таблица 21

Значения выраженности признака

№	Признак	Порядок учета	Степень выраженности	Сорт-эталон		Индекс
				озимый	яровой	
1. (+)	Колеоптиле: антоциановая окраска	09–11 VS	отсутствует или очень слабая	Herzog, Поволжская 86, Омская 5	Delos, Новосибирская 15, Приокская	1
			слабая	Niklas, Дон 95, Заря	Baldus, Алтайская 50, Курская 2038	3
			средняя	Andros, Инна, Смуглянка	Planet, Алтайская 325	5
			сильная	Obelisk, Оренбургская 14	Briscard,	7
			очень сильная	Albatros		9
2. (*) (+)	Растение: тип куста	25–29 VG	прямостоячий	Castan, Зерноградка 10	Алтайская 50	1
			полупрямостоячий	Frandos, Памяти Федина, Прикумская 115	Remus, Приокская, Терция	3

№	Признак	Порядок учета	Степень выраженности	Сорт–эталон		Индекс
				озимый	яровой	
			промежуточный	Obelisk, Инна, Престиж	Troll, Омская 20, Эстер	5
			полустелющийся	Boss, Оренбургская 105		7
			стелющийся	Beaver, Соратница		9
3.	Флаговый лист: антоциановая окраска ушек	49–51 VG	отсутствует или очень слабая	Soissons, Иркутская, Престиж	Prinqual, Омская 28, Приокская	1
			слабая	Niklas, Инна, Прикумская 115	Troll, Алтайская 50, Эстер	3
			средняя	Cargidos, Оренбургская 14, Поволжская 86	Омская 29	5
			сильная	Cardo, Безенчукская 380	Sunnan, Курская 2038	7
			очень сильная	Recital	Dollar, Ирень	9
4. (+)	Растение: количество растений с наклонным флаговым листом	47–51 VG	отсутствует или очень малое	Apollo, Горлица, Оренбургская 105	Памяти Азиева, Эстер	1
			малое	Recital, Скифянка, Московская 39	Ахона, Омская 28	3
			среднее количество	Obelisk, Памяти Федина, Прикумская 115	Filou, Приокская	5
			большое	Frاندos, Инна, Престиж	Prinqual, Алтайская 325, Курская 2038	7
			очень большое	Capitole, Заря	Ирень	9
5. (*)	Время колошения (первый колосок виден у 50% растений)	50–52 VG	очень раннее	Britta	Florence, Aurore	1
			раннее	Recital, Дон 95	Remus, Иволга, Ирень	3
			среднее	Astron, Инна, Соратница	Paros, Алтайская 50, Приокская	5
			позднее	Moulin	Vitus, Алтайская 88	7
			очень позднее	Beaver		9
6. (*) (+)	Флаговый лист: восковой налет на влагалище	60–65 VG	отсутствует или очень слабый	Cargo, Ника Кубани	Adonis, Амир	1
			слабый	Heiduck, Дон 95	Ventura, Приокская, Тулайковская 1	3
			средний	Agent, Иркутская, Скифянка	Hanno, Омская 26	5
			сильный	Orestis, Инна, Престиж	Prinqual, Терция, Эстер	7
			очень сильный	Haven	Wim,	9

№	Признак	Порядок учета	Степень выраженности	Сорт–эталон		Индекс
				озимый	яровой	
					Алтайская 60	
7. (*)	Колос: восковой налет	60–69 VG	отсутствует или очень слабый	Soissons, Ника Кубани	Adonis, Амурская 1495	1
			слабый	Garant, Дон 95	Ventura, Терция	3
			средний	Contra, Инна, Скифьянка	Paros, Амир, Алтайская 50	5
			сильный	Niklas, Заря	Combi, Курская 2038	7
			очень сильный	Boxer	Wim, Иволга	9
8.	Соломина: восковой налет на верхнем междоузлии	60–69 VG	отсутствует или очень слабый	Goelent, Зерноградка 10	Adonis, Тулайковская 1	1
			слабый	Soissons, Дон 95	Ventura, Росинка	3
			средний	Haven, Омская 5, Скифьянка	Attis, Амир, Омская 26	5
			сильный	Herzog, Инна, Поволжская 86	Nandu, Ирень, Эстер	7
			очень сильный	Quotador	Алтайская 60, Иволга, Wim	9
9. (*)	Растение: длина (стебель, колос, ости или остевидные отростки)	75–92 М	очень короткое	Courtot	Briscard	1
			короткое	Konsul	Remus	3
			средней длины	Sideral	Ventura	5
			длинное	Boxer	Adonis	7
			очень длинное	Aladin	Vitus	9
10. (*) (+)	Соломина: выполненность в поперечном сечении (в середине между основанием колоса и верхним стеблевым узлом)	80–92 VS	выполнена слабо	Orestis, Инна, Скифьянка	Амир, Remus, Курская 2038	3
			выполнена средне	Herzog, Смуглянка	Nandu, Тулайковская 1	5
			выполнена полностью	Forby, Прикумская 115	Furio	7
11. (*) (+)	Колос: форма в профиль	92 VS	пирамидальный	Slejpner, Эхо	Filou, Ирень, Эстер	1
			цилиндрический	Поволжская 86, Соратница	Алтайская 60, Курская 2038	2
			полубулавовидный	Pane 247		3
			булавовидный	Beauchamp	Prinqual	4
			веретеновидный	Declic, Инна, Скифьянка	Алтайская 50, Мис, Nandu	5
12. (*) (+)	Колос: плотность	80–92 VS или М	очень рыхлый	Demar 4		1
			рыхлый	Castan, Смуглянка	Ventura, Ирень	3
			средний	Soissons, Заря, Скифьянка	Алтайская 50, Hanno, Эстер	5
			плотный	Forby, Дон 95	Combi	7
			очень плотный			9

№	Признак	Порядок учета	Степень выраженности	Сорт–эталон		Индекс
				озимый	яровой	
13.	Колос: длина (исключая ости или остевидные отростки)	80–92 М	очень короткий			1
			короткий	Carat		3
			средней длины	Ritmo	Arkas	5
			длинный	Forby	Prinqual	7
			очень длинный	Amifort		9
14. (*) (+)	Ости или остевидные отростки: наличие	80–92 VG	отсутствуют	Futur, Соратница	Ахона, Альбидум 188	1
			остевидные отростки	Festival, Инна, Эхо	Алтайская 50, Эстер, Furio	2
			ости	Soissons, Престиж	Ventura, Алтайская 60	3
15. (*)	Ости или остевидные отростки на конце колоса: длина	80–92 VG	очень короткие	Herzog, Дон 95, Иркутская	Эстер	1
			короткие	Andros, Московская 39, Скифьянка	Combi, Омская 28	3
			средней длины	Pagode, Эхо, Престиж	Нанно, Алтайская 50	5
			длинные	Инна, Fidel, Поволжская 86	Тулайковская 1	7
			очень длинные	Gaучо, Заря		9
16. (*)	Колос: цвет	90–92 VG	белый	Herzog, Дон 95, Инна	Алтайская 50, Эстер, Furio	1
			окрашенный	Gallo	Безим, Prinqual	2
17. (+)	Верхушечный сегмент оси колоса: опушение с выпуклой стороны	80–92 VS	отсутствует или очень слабое	Soissons, Эхо	Эстер	1
			слабое	Инна, Slejpner, Престиж	Алтайская 60, Иволга, Furio	3
			среднее	Иркутская, Beaver, Русса	Rock, Омская 28, Амир	5
			сильное	Apollo, Малахит	Ахона, Тулайковская 1	7
			очень сильное	Carat, Дон 95	Амурская 1495	9
18. (+)	Нижняя колосковая чешуя: ширина плеча (в средней трети колоса)	80–92 VS	отсутствует или очень узкое	Courtот, Зарница		1
			узкое	Soissons, Юна	Wim, Алтайская 50	3
			среднее	Инна, Sideral, Прикумская 115	Иволга, Furio, Ирень	5
			широкое	Оренбургская 14, Русса, Castan	Омская 26, Filou, Эстер	7
			очень широкое	Наследница, Abo	Амурская 1495	9
19. (+)	Нижняя колосковая чешуя: форма плеча (в средней трети колоса)	80–92 VS	скошенное	Courtот, Зарница	Алтайская 60, Курская 2038	1
			закругленное	Памяти Федина, Престиж, Forby	Омская 26, Эстер, Ventura	3
			прямое	Дон 95, Herzog,	Иволга, Ирень,	5



№	Признак	Порядок учета	Степень выраженности	Сорт–эталон		Индекс
				озимый	яровой	
				Московская 39	Prinqual	
			приподнятое	Иркутская, Прикумская 115, Beaver	Adonis	7
			приподнятое со вторым острым концом	Farnese, Малахит		9
20.	Нижняя колосковая чешуя: длина зубца (в средней трети колоса)	80–92 VS	очень короткий	Aladin, Престиж	Sunnap, Омская 20, Эстер	1
			короткий	Памяти Федина, Эхо, Sideral	Алтайская 325, Приокская, Ахона	3
			средней длины	Инна, Recital, Поволжская 86	Furio, Тулайковская 1	5
			длинный	Soissons, Прикумская 115	Tejo, Амурская 1495	7
			очень длинный	Courtot, Московская 39	Зарянка, Prinqual	9
21. (+)	Нижняя колосковая чешуя: форма зубца (в средней трети колоса)	80–92 VS	прямой	Festival, Иркутская, Поволжская 86	Lobo, Алтайская 50	1
			слегка изогнут	Заря, Slejper, Прикумская 115	Furio, Курская 2038	3
			умеренно изогнут	Courtot, Старшина	Rock, Иволга	5
			сильно изогнут	Argum		7
			со значительным перегибом	Казанская 285		9
22. (+)	Нижняя колосковая чешуя: опушение внутренней стороны (в средней трети колоса)	80–92 VS	очень слабое	Иркутская, Наследница		1
			слабое	Slejper, Омская 5, Ника Кубани	Prinqual, Алтайская 50, Курская 2038	3
			среднее	Sideral, Заря, Русса	Алтайская 325, Furio, Иволга	5
			сильное	Declic, Поволжская 86	Tejo	7
23. (+)	Нижняя цветковая чешуя: форма зубца (в средней трети колоса)	80–92 VS	прямой	Soissons, Станичная	Prinqual, Алтайская 50	1
			слегка изогнут	Slejper, Иркутская, Прикумская 115	Алтайская 325, Briscard, Эстер	3
			умеренно изогнут	Памяти Федина, Поволжская 86, Sideral	Иволга, Учитель, Wim	5
			сильно изогнут	Русса, Parade	Курская 2038, Ахона	7
			со значительным	Tara, Смуглянка		9

№	Признак	Порядок учета	Степень выраженности	Сорт–эталон		Индекс
				озимый	яровой	
			перегибом			
24. (*)	Зерновка: окраска	92 VG	белая	Recital, Иркутская	Florence, Aurore, Учитель	1
			красная	Дон 95, Soissons, Памяти Федина	Ventura, Алтайская 50	2
25. (+)	Зерновка: окрашивание фенолом	92 VS	отсутствует или очень слабое	Зерноградка 10		1
			слабое	Омская 5, Soissons, Скифянка	Памяти Азиева	3
			среднее	Orestis, Иркутская, Эхо	Prinqual, Мис, Омская 26	5
			темное	Slejpner, Инна, Престиж	Курская 2038, Rock, Терция	7
			очень темное	Sideral, Поволжская 86	Иволга, Ventura, Новосибирская 15	9
26. (*) (+)	Тип развития	– VG				
			озимый	Slejpner, Инна, Дон 95		1
			двуручка	Fidel, Руща		2
			яровой		Nandu, Памяти Азиева	3

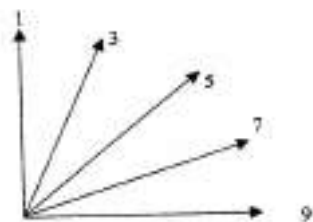
## Объяснения и методы проведения учетов по пшенице мягкой

### К 1. Колеоптиле: антоциановая окраска

#### Метод определения антоциановой окраски:

Количество семян для анализа	20 семян для определения отличимости, 100 семян для определения однородности.
Изготовление препарата	Семена не должны быть обработаны химическими препаратами. Семена, прошедшие период покоя, помещают на влажную фильтровальную бумагу в плотно закрытую чашку Петри
Место проведения анализа	лаборатория или теплица
Освещение	до появления колеоптиле длиной 1 см в темноте, затем семена освещают в течение 3–4 сут (12000 – 15000 ЛЮКС)
Температура	15 – 20 °С
Время определения	колеоптиле полностью развился (около недели) в стадии 09 – 11
Шкала измерений	см. признак 1
Примечание	не менее одного сорта–эталона должно включаться как контроль при оценке отличимости

## К 2. Растение: тип куста



- 1 – прямостоячий
- 3 – полупрямостоячий
- 5 – промежуточный
- 7 – полустелющийся
- 9 – стелющийся

Тип куста оценивают визуально по расположению листьев и побегов. Используется угол, образованный между листьями и побегами с воображаемой средней осью.

## К 4. Растения: встречаемость растений с наклоненным флаговым листом

- 1 – Все листья прямолинейные
- 3 – Около 1/4 растений с наклоненными листьями
- 5 – Около 1/2 растений с наклоненными листьями
- 7 – Около 3/4 растений с наклоненными листьями
- 9 – Все растения с наклоненными листьями

## К 6. Флаговый лист: восковой налет на влагилице.

Оценивают наибольшее состояние выраженности признака.

## К 8а. Соломина: опущение верхнего узла



слабое



среднее



сильное

К 10. Соломина: выполненность в поперечном сечении (в середине между основанием колоса и верхним стеблевым узлом)

Все соломины растения должны быть просмотрены и отмечают наибольшую степень выраженности признака каждого растения.

## Соломина: выполненность



полая или выполнена  
слабо



выполнена средне



выполнена полностью

### К 11. Колос: форма в профиль



пирамидаль  
ный



Цилиндри  
ческий



полубулаво  
видный



Булаво  
видный



веретено  
видный

### К 12. Колос: плотность

Плотность может быть оценена визуально или как отношение числа колосков к длине колоса.

### К 14. Ости или остевидные отростки: наличие



Отсутствует



остевидные  
отростки



ости

### К 15а. Ости или остевидные отростки: размещение



на верхушке  
колоса



на 1/4  
колоса



на 1/2  
колоса



на 3/4  
колоса



по всей длине  
колоса

### К 17. Верхушечный сегмент оси колоса: опушение с выпуклой стороны



отсутствует  
или очень слабое



слабое



среднее



сильное



очень сильное

К 18. Нижняя колосковая чешуя: ширина плеча



отсутствует или очень узкое    узкое    среднее    широкое    очень широкое

К 19. Нижняя колосковая чешуя: форма плеча



скошенное    закругленное    прямое    приподнятое    приподнятое со вторым острым концом

К 21. Нижняя колосковая чешуя: Форма зубца



прямой    слегка изогнут    умеренно изогнут    сильно изогнут    со значительным перегибом

К 22. Нижняя колосковая чешуя: опущение внутренней стороны



слабое    среднее    сильное

К 22а. Нижняя колосковая чешуя: рисунок с внутренней стороны



мелкий    средний    крупный

### К 23. Наружная нижняя цветковая чешуя: Форма зубца



прямой слегка  
изогнут

умеренно  
изогнут

сильно  
изогнут

со значительным  
перегибом

### К 24а. Зерновка: Форма



округлая

яйцевидная

удлиненная

### К 24б Зерновка: длина хохолка (вид со спинки)



короткий

средний

длинный

### К 25 Зерновка: окрашивание фенолом

Количество семян необходимых для исследований	20 семян для определения отличимости, 100 семян для определения однородности.
Подготовка семян	Семена не должны быть обработаны химическими препаратами.
Оборудование	Чашки Петри (диаметр 9 см) замочить на 16 – 20 часов в воде, воду слить, семена подсушить, поместить в чашки бороздкой вниз, закрыть чашки крышкой.
Концентрация раствора	1% раствор фенола (свежеприготовленный)
Количество раствора	Семена должны быть на 3/4 погружены в раствор
Место исследований	Лаборатория
Освещение	Дневной свет без прямых солнечных лучей
Температура	18 – 20 °С
Время исследований	Через 4 часа после погружения в раствор
Шкала измерений	см. признак 25
Примечание	Определение степени окрашивания фенолом проводить и для стандартов.



## 7. АПРОБАЦИЯ ПОСЕВОВ

**Метод полевой апробации сортовых посевов** сельскохозяйственных растений применяется при проведении сортовой идентификации сортовых посевов зерновых, зернобобовых, кормовых, масличных, картофеля и др. культур для установления пригодности их урожая на семенные цели.

**Общие требования при проведении полевой апробации сортовых посевов сельскохозяйственных растений включают в себя:**

- посев чистосортными семенами;
- соблюдение норм пространственной изоляции сортовых посевов и (или) наличие разделительной полосы;
- исключение возможности механического засорения сорта семенами трудноотделимых сельскохозяйственных растений на всех этапах семеноводства;
- исключение возможности засорения сортовых посевов трудноотделимыми, злостными, ядовитыми и карантинными сорными растениями;
- исключение возможности заражения сортовых посевов (посадок) болезнями, передаваемыми через семена;
- соблюдение технологий производства семян (включая схемы производства гибридных семян), установленных оригинатором сорта;
- соблюдение по предшествующим культурам минимального интервала времени между посевами одного и того же вида, которое должно составлять для зерновых, зернобобовых культур и кукурузы - не менее двух лет, для крестоцветных, кормовых, масличных культур, злаковых и бобовых трав - не менее пяти лет, льна и подсолнечника - не менее семи лет, прочих сельскохозяйственных растений - не менее одного года.

**Апробатор должен:**

- а) получить от заявителя и проверить следующие сведения:
  - о площади сортового посева, предназначенной для апробации;
  - о расположении сортового посева в соответствии с картами полей;
  - об истории посевов на подлежащей апробации площади сортового посева, включающей информацию о предшественнике, севообороте сельскохозяйственных растений на данной площади;
  - о семенах, использованных для посева, подтверждаемые документом, содержащим сведения о сортовых и посевных качествах семян;
  - о других сортах апробируемого сельскохозяйственного растения, их наименовании и площади посева;
  - о применении гербицидов;
- б) иметь в распоряжении основные сведения об апробируемом сорте, включая официальное описание апробационных признаков сорта, получаемое в уполномоченном органе (организации) государства-члена по проведению

испытания сорта на отличимость, однородность и стабильность (ООС) или из национального реестра;

в) проверить:

- наличие указателя (этикетки) на краю поля, содержащего сведения о наименовании заявителя, названии рода, вида и наименовании сорта, категории (репродукции) высеянных семян, площади сортового посева;

- наличие у заявителя документов, подтверждающих право на использование сорта;

- соблюдение норм пространственной изоляции посевов;

- наличие примесей других сортов апробируемого вида;

- наличие в сортовом посеве карантинных объектов;

- наличие в сортовом посеве трудноотделимых сельскохозяйственных растений, трудноотделимых, злостных, ядовитых сорных растений, пораженность сортового посева болезнями и вредителями.

Результаты обследования сортового посева апробатор вносит в журнал полевого обследования и оформляет акт апробации.

#### **Минимальные нормы пространственной изоляции между сортовыми посевами**

Пшеница, ячмень, овес – 1) размещение посевов твердой пшеницы от посевов мягкой пшеницы – 200; 2) для материнской родительской формы гибридов (за исключением посевов отцовской родительской формы) - 25; 3) для гибридов: ОС, ЭС – 100; для РС и РСт – 50.

#### **Первый этап апробации – предварительное обследование сортовых посевов**

Предварительное обследование сортовых посевов проводится путем проверки:

- документов о качестве и происхождении высеянных семян;

- соблюдения правил ведения семеноводства;

- степени общей засоренности сорняками, пораженности болезнями и поврежденности вредителями;

- осмотра по периметру посева в целом.

#### **Второй этап апробации – окончательное обследование**

Второй этап апробации проводится после проведения предварительного обследования и признания сортового посева пригодным для окончательного обследования. Допускается проведение апробации одновременно с предварительным обследованием при условии соответствия сортового посева требованиям к фитосанитарному состоянию, пространственной изоляции и однородности растений апробируемого сорта по апробационным признакам. При необходимости к апробации могут быть привлечены фитопатологи.

Окончательное обследование сортовых посевов для определения сортовой чистоты, типичности посева проводится путем визуального обследования растений на корню на пробных участках. Апробацию сортовых посевов проводят в фазы развития растений, когда проявление апробационных признаков наиболее выражено (овес, пшеница, ячмень – начало восковой спелости). При определении апробационных признаков сортов апробатор руководствуется признаками, установленными при проведении испытаний сортов растений на отличимость, однородность и стабильность (ООС), по пшенице (см. табл. 21).

Апробация сортовых посевов проводится в несколько этапов: предварительное обследование сортовых посевов, которое в зависимости от биологических особенностей сельскохозяйственного растения и состояния сортового посева в период вегетации может проводиться несколько раз; окончательное обследование сортовых посевов.

Максимальные нормы засоренности сортовых посевов трудноотделимыми видами сорных растений и трудноотделимыми видами сельскохозяйственных растений представлены в Приложении 5. При превышении максимально допустимых норм поражения болезнями сортовых посевов сортовой посев признается непригодным для использования на семенные цели.

**Максимально допустимые нормы поражения болезнями сортовых посевов** представлены в Приложении 6.

При апробации озимой и яровой пшеницы предельная площадь для отбора одного снопа составляет 450 га, число пунктов для взятия растений – 150, количестве отбираемых в каждом пункте стеблей – около 10. В апробационном снопе должно быть не менее 1500 стеблей.

При анализе снопа определяют сортовую чистоту (типичность посева, в %), засоренность трудноотделимыми культурами и сорными растениями, поражение болезнями. Заключение о пригодности использования семян в будущем с апробированных посевов делают на основании существующих норм сортовой чистоты (табл. 22).

Таблица 22

Нормы сортовой чистоты (типичности) для некоторых зерновым культур, в % не менее (ГОСТ 10467–76)

Культура	Категория		
	I	II	III
Пшеница яровая и озимая	99,5	98,0	95,0

## 8. УЧЕТ УРОЖАЯ

По мнению Н.И. Вавилова [10] урожай представляет собой конечный результат всех биофизикохимических процессов в течение всей жизни растения во взаимодействии с внешней средой. Одним словом, урожайность – величина интегральная двух взаимодействующих факторов: генотипа и внешней среды. В связи с этим к уборке урожая и его учету нужно относиться особенно аккуратно.

### 8.1. Общие требования к уборке и учету урожая

Накануне уборки для предупреждения смешения сортов между деланками делают прокосы. Учетную площадь тщательно измеряют. Сравниваемые сорта одинакового назначения убирают в одну и ту же фазу спелости каждого сорта одним и тем же способом и тщательно очищенным тем же комбайном. При этом, убрав какой-либо сорт в первой повторности, без предварительной очистки комбайна убирают этот же сорт во второй повторности. Перед уборкой следующего сорта комбайн тщательно очищают.

Урожай обязательно взвешивают со всей площади каждого сорта и рассчитывают в т/га. После уборки и сортирования определяют влажность. Урожайность с приведением ее к стандартной (14% для зерновых) влажности определяют по следующей формуле:

$$X = \frac{Y \cdot (100 - B)}{100 - \text{св}}$$

где:

X – окончательная урожайность с приведением к стандартной влажности, т/га;

Y – урожайность при уборке, т/га;

B – влажность после сортирования при взвешивании, %;

св – стандартная влажность, %

Урожайность, приведенную к стандартной влажности, можно рассчитать путем умножения фактической урожайности на коэффициент, который отыскивается на перекрестке целых и десятых значений фактической влажности зерна, Приложение 3.

По зерновым культурам, стебли которых используются на корм, учитывают и урожайность соломы. Для этого сноп, взятый с пробных площадок для лабораторного анализа, обрезают на высоту среза комбайном (10 – 15 см), затем взвешивают и обмолачивают. Зерно отвевают и взвешивают. Массу соломы определяют вычитанием массы зерна из массы снопа. Долю (%) зерна и соломы вычисляют делением массы зерна или соломы на общую массу снопа и умножением полученного результата на 100.

Урожайность соломы вычисляют по формуле:

$$X = \frac{a \cdot b}{v}$$

где:

X – урожайность соломы, ц/га;

a – урожайность зерна, ц/га;

b – доля соломы в общей массе, %;

v – доля зерна в общей массе, %.

Среднюю урожайность по сорту выводят как среднее арифметическое повторностей.

При оценке форм и сортов кормовой пшеницы представляет интерес расчет выхода белка с 1 гектара, который можно рассчитать по формуле:

$$B = \frac{Y \cdot (100 - \text{св}) \cdot b}{10000}$$

где:

B – сбор белка, ц/га;

Y – урожайность при стандартной влажности, ц/га;

св – стандартная влажность, %;

b – содержание белка, %.

С целью отбора более продуктивных сортообразцов в поздних селекционных питомниках рассчитывали следующие показатели (табл. 23).

Таблица 23

Показатели урожайности и стабильности сортообразцов пшеницы мягкой яровой, питомник КСИ

Сорт	2020	2021	2022	X	Max	Min	Коэффициент вариации (Cv)	Реализация потенциала продуктивности, %	Фактор стабильности (S.F.)	Размах урожайности(d), %	Депрессия урожая, %
Памяти Азиева	2,52	4,49	2,57	3,2	4,49	2,52	35,1	71,2	1,78	43,8	42,8
Омская 36	2,43	4,53	3,27	3,4	4,53	2,43	31,0	75,3	1,87	46,4	27,9
Л. 71/10–5	5,51	4,86	3,22	4,5	5,51	3,22	26,1	82,2	1,71	41,6	41,6
Л. 7/10–5	6,22	5,17	3,70	5,0	6,22	3,7	25,1	80,9	1,68	40,5	40,5
Л234/10–9	5,80	5,24	3,23	4,8	5,80	3,23	28,4	82,1	1,79	44,3	44,3
Л. 15/10–4	5,67	5,37	3,71	4,9	5,67	3,71	21,5	86,7	1,53	34,6	34,6

**Коэффициент вариации (Cv), %**

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} * 100$$

где:

$S$  – стандартное отклонение

$\bar{X}$  – среднее значение

**Реализация потенциала продуктивности, %**

$$РП = \frac{\bar{X}}{X_{\max}} * 100$$

где:

$\bar{X}$  – среднее значение

$X_{\max}$  – максимальное значение

**Фактор стабильности**

$$S.F. = \frac{X_{\max}}{X_{\min}}$$

где:

$X_{\max}$  – максимальное значение

$X_{\min}$  – минимальное значение

**Размах урожайности, %**

$$D = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{X_{\max}} * 100$$

**Генетическую гибкость** сортов пшеницы рассчитывали по средней урожайности в контрастных условиях

$$ГС = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2}$$

**Депрессию урожая** определяли формуле:

$$Д = \frac{Y_1 - Y_2}{Y_1} * 100$$

где:

$Д$  – депрессия урожая, %;

$Y_1$  – максимальная урожайность в благоприятный год, т/га;

$Y_2$  – фактическая урожайность оцениваемого года, т/га.



При сравнении данных из двух разных выборок и делать вывод об их сходстве или различии используется **критерий Стьюдента (t-критерий)** Приложение 4.

## 8.2 Определение качества зерна

Для оценки качественных показателей зерна, характеризующих мукомольные и хлебопекарные свойства селекционных линий пшеницы на разных этапах селекции мы используем до 18 показателей, основные из которых представлены в этой методике.

Мукомольные свойств зерна – выход готовой продукции (муки) и её качество, косвенно оценивают по натуре, стекловидности зерна и массе 1000 зёрен.

**Натура зерна** – отношение массы зерна к объему, который занимает зерно после свободной, равномерной и стабильной засыпки в мерку пурки. На величину натуры зерна могут оказывать влияние его влажность, условия выращивания, плотность укладки, которая обуславливается размерами и формами зерна, состоянием поверхности, засорённости, выравненности, крупности зерна. Эффективно отбирать ценные образцы по этому параметру можно на ранних этапах селекции, используя многокамерную микропурку. Такая работа проводится, используя методику [49]. Микропурка – это полый цилиндр, выточенный из бронзовой заготовки. По высоте внешней стороны цилиндра оставлены пояски, в середине которых сделаны прорезы для ножа. При вставлении ножа в прорезы получают камеры вместимостью 10; 5; 2,5 и 1,25 мл. Зерно взвешивают с точностью до 0,01 г. и переводят в показатели натуры путём умножения на соответствующий коэффициент (100; 200; 400; 800 в зависимости от размера камеры микропурки). Максимальные расхождения между параллельными определениями могут быть не более при камерах на 10 и 5 мл – 0,1 г; 2,5 мл – 0,07 г; 1,25 мл – 0,05 г.

На последующих этапах селекции используют четверть литровую (0,25 л) или литровую (1 дм<sup>3</sup>) пурку с падающим грузом, предусмотренную Гост 10840-2017. По классификатору ВИР (1984) считалось, что слабое проявление признака у образцов с натурой менее 740 г/л, высокое и очень высокое от 791 и выше 830 г/л.

**Масса 1000 зёрен** – абсолютный вес зерна, может характеризовать крупность, выполненность и однородность зерна. При определении массы 1000 зёрен отбирают навеску не менее 50 г, удаляют сорную и зерновую примеси и высыпают зерно на разборную доску [50]. Навеску тщательно перемешивают, разравнивают в виде квадрата, который делят по диагонали на четыре треугольника. Из каждых двух противоположных треугольников отбирают пробу по 500 целых зёрен (по 250 зёрен из каждого треугольника, которые

смешиваю). Зёрна берут подряд, без выбора. Отобранные две пробы по 500 зёрен взвешивают отдельно с точностью до 0,01 г и удваивают значение. Разница между двумя повторениями должна быть не более 5% от их средней массы.

В селекционной практике при определении массы 1000 зёрен допускается взвешивать две пробы по 250 зёрен, в ранних питомниках – по 100 зёрен. Для увеличения производительности возможно использовать автоматические счётчики семян.

Для перерасчёта массы 1000 зёрен на сухое вещество используют формулу:  $M = m(100 - W)/100$ , где  $m$  – масса 1000 зёрен при фактической влажности, г;  $W$  – влажность зерна, %.

Масса 1000 зёрен для пшеницы считается малая 31-38 г, средняя – 39-46 г, большая – более 47 г.

**Стекловидность** – показатель, который характеризует консистенцию эндосперма. Стекловидное зерно, даёт большой выход крупок лучшего качества, содержащих большее количество питательных веществ. Показатель можно использовать для характеристики качества зерна на ранних этапах селекции. Определяют стекловидность двумя способами: методом разрезания и на диафаноскопе (ГОСТ 10987-76).

В селекционной практике используют следующий метод: из пробы массой 50 г, очищенной от сорной и зерновой примеси, отбирают две пробы зерна по 50 шт., зёрна из каждой пробы разрезают, одну половину выбрасывают, а другую помещают в фаринотоме и осматривают срезы зерновок. Подсчитывают количество полностью стекловидных зёрен (выглядят прозрачными или с лёгким помутнением) и количество мучнистых зёрен (плоскость среза белая), значения удваивают. Общую стекловидность выражают в процентах по формуле: количество полностью стекловидных зёрен + количество частично стекловидных зёрен/2.

Возможно определение стекловидности на диафаноскопе Янтарь путём просвечивания исследуемого зерна направленным световым потоком по ГОСТ Р 70629-2023 [51]. Стекловидные зерна светлые, прозрачные, просвечиваются полностью, в зависимости от типа пшеницы могут быть янтарного, жёлтого или более тёмного цвета; мучнистые зерна – тёмно-коричневые, почти чёрные, тёмные, очень тёмные, не просвечиваются. Разница между двумя повторениями при любом методе определения может быть не более 5%.

Наиболее простой и производительный способ определения стекловидности при помощи ИК-анализатора, объективность показателей которого зависит от правильной калибровки прибора. Консистенция считается

стекловидной у зерна с общей стекловидностью от 71 до 80%, полумучнистой – 51-60% и мучнистой – 31-40%.

Хлебопекарное качество пшеницы во многом обусловлено количеством и качеством клейковины зерна. Объективную идентификацию селекционных линий по качеству клейковины косвенно можно оценивать, начиная с селекционного питомника первого года при наличии 1,3 г зерна по показателям седиментации в дополнении с оценкой качества клейковины в кислоте [52]. Исследования показали, что использование двух этих показателей одновременно повышают объективность оценки.

**Седиментация и качество клейковины в кислоте (ККК).** Пробы зерна массой 1,5 г замачивают 2-3 каплями воды и после 16-ти часовой отлёжки в пробирках с пробками при температуре 34 °С размалывают на мельнице Квадрумат Юниор с применением съёмной заслонки и лотка. Полученную пробу протирают через сито 38 или 25, получая муку. На торзионных весах из равномерно размешанной муки отвешивают навески: 320 мг для седиментации и 100 мг для определения ККК. Навеску муки 320 мг засыпают в сухой цилиндр объемом 10 мл и суспендируют в 7,5 мл 2%-ной уксусной кислоты. При этом встряхивают 5 сек, а затем в течение 25 сек медленно взбалтывают, поворачивая цилиндры. Цилиндры ставят на стол и через 5 мин. отмечают объем осадка. Оценку проводят по следующей шкале (табл.24)

Таблица 24

Шкала оценки качества клейковины по седиментации для мягкой пшеницы

Величина осадка, мл	Характеристика силы муки
Более 60	очень сильная
40-60	сильная
20-40	средняя
Менее 20	слабая

Параллельно проводят замешивание навесок муки стеклянной палочкой с 1-3 каплями 2,5% соляного раствора. После отлежки 30 мин, отмывают в тазике с водой (температура 20 °С) клейковину в течение 15-26 сек по одному образцу в каждой руке. Отмытый образец помещают в 4 мл 2% раствора уксусной кислоты и ставят в водяную баню для набухания при температуре 32-34 °С на 90 мин. После этого пробирки вынимают из бани и оценивают прозрачность раствора, внешний вид комочка клейковины, его структуру по пятибальной системе с шагом 0,5 балла (табл. 25).

## Шкала оценки качества клейковины по ККК

Балл	Характеристика клейковины
1	Клейковина без остатка переходит в мутный раствор
2	Набухает незначительно, при легком встряхивании поверхностные слои клейковины переходят в мутный раствор, середина комочка плотная, темная не растворяется
3	Клейковина заметно увеличивается в размере, но остается в виде плотного сгустка, набухает только ее поверхностный слой, при встряхивании раствор остается чистым или лт поверхности отрываются небольшие кусочки
3,5	Комочек клейковины набухает заметно, но его середина набухла не полностью, при встряхивании он распадается на крупные кусочки, раствор мутнеет незначительно
4	Клейковина хорошо набухает, светлая, прозрачная, при встряхивании раствор чистый
5	Комочек клейковины набухает очень сильно, становится рыхлым и прозрачным, при встряхивании раствор чистый

Допустимая разница между двумя повторениями по седиментации – 5 мл, по качеству клейковины в кислоте 0,5 балла. Преимущество имеют образцы с максимальными оценками по обоим показателям, характеризующим качество клейковины.

**Содержание белка в зерне.** За рубежом и в России для быстрой и эффективной оценки качества зерна используют инфракрасные анализаторы. Анализатор инфракрасный «ИнфраЛЮМ ФТ-12» предназначен для количественного и качественного экспресс-анализа образцов по их спектрам поглощения (пропускания) в ближней инфракрасной (БИК) области с использованием метода дробных наименьших квадратов (PLS) и других современных хемометрических методов. При регистрации спектров применяется обратное преобразование Фурье. Зерновые культуры оцениваются без размола по минимальная навеске 50 г предварительно очищенного зерна. Время анализа составляет 1 минуту. Низкое содержание белка в зерне менее 12,6%, среднее – до 15,0%, высокое – выше 15,1%. Контрольным методом, который используют для калибровки прибора является метод количественного определения азота по Гост 10846-91(Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка.)

У образцов контрольного и питомника конкурсного сортоиспытания **количество и качество клейковины** определяют с использованием автоматизированных приборов МОК из 10-25 г шрота по методике ГОСТ Р 54478-2011[53] и инструкции к прибору или Системы Глютоматик из 10 г шрота по Гост ISO 21415-2019) [54].

Качество клейковины (индекс деформации клейковины) определяют после её отмывки на приборе ИДК из 4 г отмывтой и высушенной клейковины по Гост Р 54578-2011. После отлёжки сформированного шарика в течении 15 мин, его помещают в прибор и снимают показания. Характеристика качества клейковины приведена в таблице 26.

Таблица 26

Характеристика качества клейковины по индексу деформации клейковины

Показания прибора ИДК в условных единицах шкалы	Группа качества	Характеристика клейковины
0,0 – 17,0	III	неудовлетворительная крепкая
18,0 – 42,0	II	удовлетворительная крепкая
43,0 – 77,0	I	хорошая
78,0 – 102,0	II	удовлетворительная слабая
103 и более	III	неудовлетворительная слабая

Реологические свойства теста, определяемые на приборах **альвеограф** и **фаринограф**, характеризуют силу пшеницы, для хлебопекарной пшеницы - качество хлеба. Тестирование образцов пшеницы на этих приборах применяют в промышленности и в селекции новых сортов. Изучаются следующие свойства клейковины: эластичность, растяжимость, стойкость и крепость (прочность).

**Сила пшеницы** – комплекс показателей, обуславливающий качество зерна, муки, реологических свойств теста и хлеба, определяющих её хлебопекарное достоинство.

**Альвеограф** позволяет оценить прочность и растяжимость теста. Прибор имитирует процессы брожения и увеличения объёма теста из-за накопления углекислого газа. Основные параметры, используемые для характеристики качества сортов - упругость теста, отношение упругости к растяжимости и сила муки. Сила муки - показатель качества клейковинной сетки. Прибор позволяет определять сильные генотипы сбалансированные по параметрам прочности (способность белков образовывать регулярную и непрерывную сеть) и растяжимости (максимальная степень деформации).

**Фаринограф** определяет устойчивость теста к механическому замесу и водопоглотительную способность муки (необходимое количество воды для образования теста стандартной консистенции в 500 ед. ф.). Основные показатели прибора: устойчивость (время, в течение которого консистенция теста не меняется), разжижение теста (характеризует стабильность хлебопекарных показателей), валориметрическая оценка (единый обобщающий

показатель, площадь фаринограммы). Сильные генотипы яровой пшеницы, имеют водопоглотительную способность не менее 60% и высокую устойчивость теста к механическому воздействию.

По показаниям этих приборов выделяют сильные, средние и слабые пшеницы по силе муки.

За основу дифференциации генотипов селекционных образцов по хлебопекарному качеству взяли Гост 34702-2020 [55] и классификационные нормы, используемые Госкомиссией по оценке сельскохозяйственных культур (табл. 27).

Таблица 27

Классификационные нормы для сильной, ценной и слабой пшеницы

Показатель	Сильная пшеница	Ценная пшеница	Пшеница-филлер	Слабая пшеница
Натура зерна, г/л, не менее	750	730	710	680
Стекловидность, % не менее	60	50	40	–
Содержание белка в зерне, %, не менее	14,0	13,0	11,0	8,0
Количество клейковины в зерне, %, не	28,0	25,0	22,0	15,0
Качество клейковины по ИДК, ед. ИДК	45 – 75	45 – 65	20 – 100	0 – 120
Энергия деформация, W, 10-4J, не менее	280	260	180	<180
Разжижение, (ЕФ)	60	80	150	>150
Валориметрическая оценка, не менее	70	55	30	<30
Объем хлеба, см <sup>3</sup> /100 г муки, не менее	1200	1000	800	<800
Общая хлебопекарная оценка, балл	4,5	4,0	3,0	<3

Селекционер ведёт отбор по нескольким признакам и ему важно иметь комплексную оценку продуктивности генотипов яровой мягкой пшеницы. Результативность такой работы будет выше, если селекционные признаки объединить в так называемый селекционный индекс. При расчёте селекционного индекса учитывают как фенотипические, так и генотипические корреляции между признаками и компонентами индекса. Селекционные индексы могут быть использованы для одновременной селекции по нескольким признакам или повышения эффективности отбора по одному признаку (таблица 28).

Формулы для расчета селекционных индексов

Обозначения индексов (в рамках данной методики)	Полное название индексов	Формула расчета индексов	Формула
ИЛПК	Индекс линейной плотности колоса	масса зерна колоса, г/ длина колоса, см	$\frac{МЗК}{ДК}$
ИПР	Индекс продуктивности растения	произведение (числа зерен колоса, шт. на массу зерна колоса, г) / длина колоса, см.	$\frac{ЧЗК * МЗК}{ДК}$
ИПК	Индекс продуктивности колоса	отношение массы зерна с колоса, г/ масса колоса с семенами	$\frac{МЗК}{МКС}$
ПИ	Полтавский индекс	масса зерна с колоса, г/ длина верхнего междоузлия, см	$\frac{МЗК}{ДВМ}$
МхИ	Мексиканский индекс	масса зерна с колоса, г/ высота растения, см	$\frac{МЗК}{ВР}$
Ки	Канадский индекс	число зерен в колосе, шт. / длина колоса, см	$\frac{ЧЗК}{ДК}$
ИИ	Индекс интенсивности	отношение массы стебля, г/ высоте растений, см	$\frac{МС}{ВР}$
ИА	Индекс аттракции	отношение массы зерна с колоса, г/ массе соломы главного стебля	$\frac{МЗК}{МСГС}$
ИНЗ	Индекс Налива зерна	отношение массы 1000 зерен, г/ массе стебля	$\frac{М1000з}{МС}$

### 8.3. Лабораторный анализ растений пробных площадок

Для определения структуры урожайности за 1—2 дня до уборки с каждой делянки отбирают снопы. Отбор их проводят с пробных площадок, установленных для учета густоты стояния растений. При отсутствии площадок сноп набирают в четырех местах делянки с общей площади 1 м<sup>2</sup>. Растения обычно подкапывают лопатой, осторожно выдергивают и связывают в снопы. Верхнюю часть снопа обматывают бумагой и заэтикированные снопы подвешивают в сухом помещении. Определение структуры урожая проводится в растительных пробах, отобранных за один-два дня до уборки. Сноп после просушки используют для определения 14 признаков, таблица 29. Определяют биологический урожай зерна и соломы следующим образом. После обрезания



корней на уровне узла кущения у снопа его взвешивают. Вымолачивают и взвешивают зерно. Вес соломы находят по разности: общий вес снопа минус вес зерна. Зная вес зерна и соломы с 1 м<sup>2</sup>, подсчитывают урожай с 1 га. Данные биологического учета урожая используют для определения соотношения зерна и соломы.

Определение влажности почвы перед посевом и в уборку проводится в трех местах опытного участка послойно, через 10 см, до глубины 1 м. Учет урожая ведется поделочно.

**Селекционный стол  
для анализа структуры элементов продуктивности снопового  
материала сельскохозяйственных растений**



Таблица 29

## Анализ элементов продуктивности сортов стандартов, КСИ, 2022 год

Название сорта, линии	Масса снопа без корней, г	Масса зерна с одного снопа, г	Число растений, шт	Число стеблей, шт		Высота растений, см	Кусти– стость, шт		Длина колоса, см	Число колосков, шт	Число зерен, шт		Масса зерна, г		Масса 1000 зерен, г.
				общих	колосных		общая	продуктивная			гл. колоса	растения	гл. колоса	растения	
П. Азиева	275	44	53	124	96	107	3,1	2,8	8,5	16	30	63	0,84	1,54	24,0
Омская36	238	34	43	103	78	112	3,6	2,9	8,4	14	22	54	0,66	1,34	24,7
Дуэт	245	33	48	114	89	109	2,9	2,4	7,4	15	28	57	0,60	1,13	19,5
Омская 33	233	36	41	86	69	106	2,8	2,5	9,2	17	31	66	0,99	1,89	28,3
Омская 38	263	64	39	83	66	109	2,8	2,4	8,6	18	38	77	1,38	2,61	34,1

## **9. ОТЧЕТ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ИСПЫТАНИЮ**

В соответствии с формой № 41 (анкета о результатах производственного испытания перспективных сортов и гибридов.) «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [11] в отчете должны быть отражены следующие сведения.

### **Общие сведения**

Место и годы проведения испытания, название, условия испытания сортов (гибридов): предшественник, даты зяблевой пахоты, подъема пара, глубина обработки почвы, сроки внесения и количество удобрений в кг д. в., способ посева и марка сеялки, норма высева семян в кг/га, использование пестицидов.

### **Качество семян**

По испытываемым сортам необходимо указать откуда получены семена, их класс, репродукция, категория и масса 1000 штук.

### **Краткая информация о периоде вегетации**

Здесь нужно указать даты посева, всходов, восковой спелости и продолжительности периода вегетации, а также кратко о погодных особенностях.

### **Устойчивость к неблагоприятным факторам среды.**

В частности, по отношению к абиотическим факторам в отчете необходимо отразить холодо- и засухоустойчивость, устойчивость к полеганию, прорастанию зерна на корню, осыпанию зерна и др. признакам; к биотическим факторам – устойчивость к болезням и повреждениям вредителями.

### **Условия уборки**

Указываются даты созревания и уборки сортов, способ уборки, обмолачиваемость и пригодность сортов к механизированной уборке.

### **Сведения об урожайности**

Информация приводится как за текущий год, так и в случае испытания сортов в предыдущие годы – за все годы испытания.

### **Оценка новых сортов**

Предложение хозяйства о пригодности и ценности нового сорта для производства (внедрить в посевы, продолжить испытание, спять с испытания как неперспективный).

Отчет утверждается агрономом, ответственным за проведение производственного испытания, и главным агрономом, подписи которых закрепляется гербовой печатью хозяйства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kynetec URL:https://www.kynetec.com/(дата обращения: 26.02.2024)
2. Реализация генетического потенциала сортов мягкой пшеницы под влиянием условий внешней среды: современные возможности улучшения качества зерна и хлебопекарной продукции/Е.К. Хлесткина, Е.В. Журавлева, Т.А. Пшеничникова и [др.]// Сельскохозяйственная биология. - 2017. - Т. 52, № 3. 501-514. doi 10.15389/agrobiology/2017/3/501rus.
3. Бахарева, Ж.А. Создание сортов зерновых культур, устойчивых к головневым заболеваниям в Западной Сибири: метод. рек. / РАСХН. Сиб. отделение, Сиб-НИИРС; сост.: Ж.А. Бахарева, Ю.А. Христов. - Новосибирск, 2003. - 49 с.
4. Барковская Т.А. Сравнительный анализ нового сорта яровой мягкой пшеницы Арсея с районированными сортами/ Т.А. Барковская, О.В. Гладышева, В.Г. Кокорева // Зерновое хозяйство России.- 2022. - № 1(79). - С. 30–34. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-30-34.
5. Молостов, Л. С. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1966. – 239 с.
6. Литтл, Т. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ / Т.Литтл, Ф.Хиллз; пер с англ. - М.: Колос, 1981. - 320 с.
7. Шапиро, И.Д. Иммуитет растений к вредителям и болезням/ И.Д. Шапиро, Н.А. Вилкова, Э.И. Слепян. – Л.: Агропромиздат, 1986. - 191 с.
8. Ван дер Планк Я. Е.. Устойчивость растений к болезням. - М., Колос, 1972. - 254 с.
9. Коновалов, Ю. Б. Селекция растений на устойчивость к болезням и вредителям / Ю. Б. Коновалов. - Москва, 2002. - 136 с.
10. Вавилов, Н. И. Научные основы селекции пшеницы/ Н.И. Вавилов. - М.: Сельхозгиз, 1935. - 246 с
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур выпуск второй зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры/ Госагропром СССР. – Москва, 1989. - 197 с.
12. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. -415 с.
13. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах – членах СЭВ. - Прага, 1988. - 321 с.
14. Методика по оценке устойчивости сортов полевых культур к болезням на инфекционных и провокационных фонах: метод. указ./ РАСХН; подгот: В.А. Захаренко [и др.]. - М, 2000. - 88 с.

15. Частная селекция полевых культур. Под. ред. Г.В. Гуляева. М., «Колос». 1975. 646 с.
16. Куперман, Ф.М. Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений/ Ф.М. Куперман. - М.: Высш. шк., 1984. - 240 с.
17. Куликович, С.Н. Диагностика стадий развития озимой пшеницы по шкале ВВСН: метод. пособие/ С.Н. Куликович, Е.Н. Куликович. - Минск: Наша идея, 2014. - 32с.
18. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур/ под. ред. проф. А.П. Горина. - М.: Колос. - 1968. - 439 с.
19. Пакуль, В.Н., Засухоустойчивость сортов яровой мягкой пшеницы В.Н. / Пакуль, Л.Г. Плиско // Международный научно-исследовательский журнал. - 2018. - № 2 (789). - С. 49–52.
20. Пат.2146865. Россия, А01Н4/00, А01Н1/0 Способ оценки растений *in vitro* к абиотическим факторам внешней среды/ В.М. Россеев; заявитель и патентообладатель: Сиб. НПО «Колос».- № 92002021/13; заявл. 26.10.92; опубл. 27.03.00; Бюл. № 9.
21. Россеев, В.М. Использование метода *in vitro* в селекции пшеницы мягкой яровой/ В.М.Россеев, И.А.Белан, Л.П.Россеева// Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2016. - № 2 (136). - С. 5-9.
22. Текст электронный. – <https://studbooks.net> (дата обращения 7.04.2025)
23. Вопросы селекции сельскохозяйственных культур: избр. науч. тр. акад. В.П. Кузьмина / [Редкол.: акад. А.И. Бараев и др.]. - Алма-Ата: Кайнар, 1978. - 432 с.
24. Болезни и вредители пшеницы: руководство для полевого определения.- Алматы: ГТЦ СИММИТ, 2002. - 135 с.
25. Гещеле, Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений/ Э.Э. Гещеле, - М.: Колос, 1978. – 208 с
26. Методика по оценке устойчивости сортов полевых культур к болезням на инфекционных и провокационных фонах: метод. указ. / РАСХН; подгот: Захаренко В.А. [и др.]. - М, 2000. - 88 с.
27. Койшибаев М., Скрининг пшеницы на устойчивость к основным болезням: метод. указ. /ФАО-СЕК; М. Койшибаев, В.П. Шаманин, А.И. Моргунов. - Анкара, 2014 .- 64 с.
28. Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам: метод. пособие/ под. ред. Е.Е. Радченко. - М.: Россельхозакадемия, 2008. - 416 с.

29. Динамика распространения патотипа возбудителя бурой ржавчины, вирулентного к сортам пшеницы с геном Lr9 в Омской области / Л.В. Мешкова, Л.П. Россеева, Е.А. Коренюк, И.А. Белан // Микология и фитопатология. – 2012. - Т. 46, № 6. - С. 397-400.
30. Селекция на устойчивость к стеблевой ржавчине яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири / Л.П. Россеева, И.А. Белан, Л.В. Мешкова [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2017. - № 7(153). - С. 5-12.
31. Санин, С.С. Метод расчета потерь урожая пшеницы от болезней / С.С. Санин, Т.З. Ибрагимов, Ю.А. Стрижекозин // Защита и карантин растений. 2018.- № 1. - С. 11-15.
32. Койшыбаев, М. Болезни пшеницы Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО). Анкара, 2018. - 394 с.
33. Судникова, В.П. Возбудители септориоза пшеницы, изучение популяций по морфолого-физиологическим свойствам, устойчивость сортообразцов к патогену: метод. рек. / В.П. Судникова Ю.В. Зеленева, В.В. Плахотник - Тамбов, 2011. - 34 с.
34. Михайлова, Л.А. Желтая пятнистость пшеницы: метод. указ. по изучению популяций возбудителя желтой пятнистости *Pyrenophora tritici-repentis* и устойчивости сортов / Л.А. Михайлова, Н.В. Мироненко, Н.М. Коваленко. - Санкт-Петербург: Изд-во ВИЗР, 2012. - 56 с.
35. Михайлина, Н.И. Сравнительная оценка методов определения вредоносности корневой гнили у яровой пшеницы/ Н.И. Михайлина // Сельскохозяйственная биология. 1983. - № 4. - С.72–77.
36. Земцова, Е.С. Сравнительная характеристика генотипов *Triticum aestivum* L. по устойчивости к фузариозу колоса в условиях искусственного заражения / Е.С. Земцова, Н.Н. Боме// Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2022. - № 96. - С. 100–106. DOI 10.21515/1999-1703-96-100–106.
37. Методы оценки и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы устойчивых к бурой ржавчине: метод. рек./ВНИИФ; подгот.: Е.Д. Коваленко, Т.М. Коломиец, М.И. Киселева [и др.]. - М., 2012. - 93с.
38. Основные методы фитопатологических исследований/ А.Е.Чумаков, И.И. Минкевич, Ю.И. Власов, Е.А. Гаврилова. - М.: Колос, 1974. - 190 с.
39. Применение молекулярных маркеров в селекции пшеницы в Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко / Л.А. Беспалова, А.В. Васильев, И. Б. Аблова [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. -Т. 16, № 1. - С. 37-43.

40. Gupta S. K., Charpe A. M., Koul S., Prabhu K. V., Haq Q. Development and validation of molecular markers linked to an *Aegilops umbellulate*-derived leaf rust – resistance gene, Lr9, for marker-assisted selection in bread wheat // *Genome*. 2005. Vol. 48. No. 5. P. 823–830. DOI: 10.1139/g05-051.
41. Gupta S.K., Charpe A. M., Prabhu K. V., Haque Q. Identification and validation of molecular markers linked to the leaf rust resistance gene Lr19 in wheat // *Theor. Appl. Genet.* 2006. No. 13(6). P. 1027–1036. DOI: 10.1007/s00122-006-0362-7.
42. De Froidmont D. A co-dominant marker for the 1BL/1RS wheat-rye translocation via multiplex PCR // *Journal of Cereal Science*. 1998. Vol. 27. P. 229–232. DOI: 10.1006/JCRS.1998.0194.
43. Mago R. Development of PCR markers for the selection of wheat stem rust resistance genes Sr24 and Sr26 in diverse wheat germplasm / R. Mago [et al.] // *Theoretical and Applied Genetics*. 2005. Vol. 111. №3. P. 496–504.
44. Li T.Y., Wu X.X., Xu X.F. Wang W. L., Cao Y.Y. Postulation of seedling stem rust resistance genes of Yunnan wheat cultivars in China // *Plant Prot. Sci.* 2016. Vol. 52. P. 242–249. DOI: 10.17221/137/2015-PPS.
45. Das B. K., Saini A., Bhagwat S. G., Jawali N. Development of SCAR markers for identification of stem rust resistance gene Sr31 in the homozygous or heterozygous condition in bread wheat // *Plant Breeding*. 2006. Vol. 125(6). P. 544–549. DOI: 10.1111/j.1439-0523.2006.01282.x.
46. Rouse M. N., Nava I. C., Chao S. Anderson J. A., Jin Y. Identification of markers linked to the race Ug99 effective stem rust resistance gene Sr28 in wheat (*Triticum aestivum* L.) // *Theor. Appl. Genet.* 2012. No. 125. P.877–885. DOI: 10.1007/s00122-012-1879-6.
47. Mago R., Verlin D., Zhang P., Bansal U., Bariana H.S., Jin Y., Ellis J., Hoxha S., Dundas I. Development of wheat – *Aegilops speltoides* recombinants and simple PCR-based markers for Sr32 and a new stem rust resistance gene on the 2S#1 chromosome // *Theoretical and Applied Genetics*. 2013. No. 126(12). P. 2943–2955. DOI: 10.1007/s00122-013-2184-8.
48. Методика испытания на отличимость, однородность и стабильность пшеницы мягкой. <https://direct.farm/post/metodika-ispytaniya-na-otlichimost-odnorodnost-i-stabilnost-pshenitsy-myagkoy-22135> (дата обращения: 21.04.2025).
49. Синицын. С.С. Многокамерная микропурка для определения натуры зерна на навесках от 15 до 1,3 г/ С.С. Синицын, Ю.В. Колмаков, Н.А. Синютин // *Растениеводство и селекция с.-х. культур в Сибири*. - Новосибирск, 1974. - С. 85-89.
50. Оценка качества зерна: справочник / сост.: И.И. Василенко, В.И. Комаров. - М.: Агропромиздат, 1987. - С. 9-10.



51. Гост 70629-23 Пшеница. Определение стекловидности оптического компьютерным методом. М.: Российский институт стандартизации, 2023. - 10 с.
52. Синицын. С.С. Массовое двукратное определение силы муки пшеницы на навесках зерна от 0,5 до 0,15 г // С.С. Синицын, Л.А. Зелова // Сибирский вестник с.-х. науки. 1978.- № 3. - С. 39-43.
53. Гост 54478-2011 Зерно. Методы определения количества и качества клейковины М.: Стандартиформ, 2012. - 12 с.
54. Гост ISO21415-2-2019 Пшеница и пшеничная мука. Определение содержания сырой клейковины и индекса глютена (глютен-индекс) механическим способом М.: Стандартиформ, 2019. - 14 с.
55. Гост 34702-2020 Пшеница хлебопекарная. Технические условия. М.: Стандартиформ, 2020. - 14 с.
56. <https://www.alta.ru/tamdoc/20sr0010/> (дата обращения: 15.12.2024).

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### **0 Прорастание (00 – 09)**

ДК 00 – Сухая зерновка.

ДК 01 – Начало набухания.

ДК 03 – Полное набухание.

ДК 05 – Появление зародышевого корешка из зерновки.

ДК 06 – Увеличение длины зародышевого корешка, видны боковые корни.

ДК 07 – Появление coleoptile.

ДК 08 – Появление coleoptile на поверхности почвы.

ДК 09 – Появление листа на конце coleoptile.

#### **Развитие листьев (10 – 19)**

ДК10 – Первый лист пробивается через coleoptile, а затем разворачивается.

ДК 11 – ДК 19 (стадия 1-го листа) – разворачивается первый настоящий лист, показывается верхушка 2-го листа и т.д. развернуто 9 и более настоящих листьев.

ДК 12 – (стадия двух листьев) наступает, когда разворачивается второй настоящий лист и показывается верхушка 3-го листа.

ДК 19 – Развернуто 9 и более настоящих листьев.

#### **Кущение (20 – 29)**

ДК 20 – 29 – Стадия “Кущение”, характерным признаком стадии.

ДК 21 является наличие главного побега и одного побега кущения, затем 2 побега и т.д.

#### **Выход в трубку (верхушечный побег) (30 – 39)**

ДК 30 – 39 – Стадия «Удлинение стебля».

ДК 31 – 36 – Визуальные признаки стадии начала трубкования. Стадия 1 узла – 6-го узла. Первый узел виден на поверхности земли или он находится от узла кущения на расстоянии 1 см. Каждый узел расположен на расстоянии не менее 2 см от предыдущего узла.

ДК 37 – Появление неразвернутого флагового листа является характерным признаком.

ДК 39 – (стадия флаг-лист) наступает в тот момент, когда лигула флагового листа становится заметной, а флаговый лист полностью развит.

#### **Набухание колоса (41 – 49)**

ДК 40 – 49 – Стадия “Трубкование”. В данную стадию происходит визуально диагностируемый интенсивный рост колоса внутри флагового листа.

ДК 41 – Удлиняется влагалище флагового листа. Последующие микростадии стадии трубкования диагностируются следующим образом:

ДК 43 – Колос внутри стебля сдвинут вверх, влагалище флагового листа чуть заметно вздуто.

ДК 45 – Влагалище флагового листа вздуто.

ДК 47 – Раскрытие влагалища флагового листа.

ДК 49 – Видны первые ости колоса или остевидные отростки.

### **Колошение (50 – 59)**

ДК 50–59 – Стадия “Появление колоса” (колошение),

За основу классификации шестого этапа (более распространенное название – стадия колошения) взят удельный объем колоса, вышедшего из влагалища флагового листа. ДК 51 – Первый колосок колоса едва заметен над влагалищем флагового листа или выступает сбоку из листового влагалища.

ДК 53 – Появилась 1/4 часть колоса.

ДК 55 – Появилась 1/2 часть колоса.

ДК 57 – Появилась 3/4 часть колоса.

ДК 59 – Колос появился полностью.

### **Цветение (60 – 69)**

ДК 60 – 69 – Стадия “Цветение”.

ДК 61 – Начало цветения. Появляются первые тычинки.

ДК 65 – Середина цветения. 50% зрелых тычинок.

ДК 69 – Завершение цветения.

ДК 71 – 99 – Созревание зерна.

### **Образование плодов (70 – 79)**

ДК 70 – 79 – Стадия “Молочная спелость”.

ДК 71 – Первые зерна достигли половины окончательного размера. Характерный признак данной микростадии – при раздавливании зерновки выделяется жидкость прозрачного цвета.

ДК 73 – Ранняя молочная спелость – выделяется жидкость молочного цвета, благодаря чему данная стадия и получила свое название.

ДК 75 – Средняя молочная спелость. Содержание зерновок молочное, однако при раздавливании зерновки выделяется более густая, чем раньше, жидкость молочного цвета. Зерна еще зеленые. Стадии ДК 73 и ДК 75 отличаются между собой и по размеру зерновки. Это связано с тем, что в молочную спелость усиленно поступают минеральные и органические вещества в зерно, которое продолжает увеличиваться в размере.

ДК 77 – Поздняя молочная спелость. К окончанию стадии молочной спелости изменяются цвет зерновки, ее консистенция и размер. К этому моменту зерно достигает своего окончательного размера. Кроме того, ощущаются изменения консистенции при растирании зерновки пальцами.

#### **Спелость семян (81 – 89)**

ДК 80 – 89 – Стадия “Восковая спелость”.

ДК 83 – Ранняя восковая спелость. Характерный признак– при надавливании ногтем на зерно отпечаток не сохраняется.

ДК 85 – Мягкая восковая спелость. Содержание зерновок еще мягкое, но сухое. Вмятина от ногтя выпрямляется.

ДК 87 – Твердая восковая спелость. Вмятина от ногтя не выпрямляется.

ДК 89 – Ранняя полная спелость. Зерно твердое, с трудом можно разломить ногтем большого пальца

#### **Стадия созревание**

ДК 90 – 99 Более емко данную макростадия можно охарактеризовать, как полная спелость. В данный период развития растения проявляются все показатели спелого зерна: завершены биохимические процессы, зерновка уже приобретает твердую консистенцию, а также происходит естественное отмирание надземной массы.

ДК 92 – Поздняя полная спелость. Зерновка твердая (не режется ногтем большого пальца).

ДК 93 – Зерновки осыпаются днем.

ДК 97 – Растение полностью отмершее. Солома ломается.

ДК 99 – Собранный урожай зерна (послеуборочная доработка).



Таблица для вычисления продолжительности вегетационного периода

Январь 01		Февраль 02		Март 03		Апрель 04		Май 05		Июнь 06		Июль 07		Август 08		Сентябрь 09		Октябрь 10		Ноябрь 11		Декабрь 12	
число	№ суток	число	№ суток	число	№ суток	число	№ суток	число	№ суток	число	№ суток	число	№ суток	число	№ суток	число	№ суток	число	№ суток	число	№ суток	число	№ суток
1	1	1	32	1	60	1	91	1	121	1	152	1	182	1	213	1	244	1	274	1	305	1	335
2	2	2	33	2	61	2	92	2	122	2	153	2	183	2	214	2	245	2	275	2	306	2	336
3	3	3	34	3	62	3	93	3	123	3	154	3	184	3	215	3	246	3	276	3	307	3	337
4	4	4	35	4	63	4	94	4	124	4	155	4	185	4	216	4	247	4	277	4	308	4	338
5	5	5	36	5	64	5	95	5	125	5	156	5	186	5	217	5	248	5	278	5	309	5	339
6	6	6	37	6	65	6	96	6	126	6	157	6	187	6	218	6	249	6	279	6	310	6	340
7	7	7	38	7	66	7	97	7	127	7	158	7	188	7	219	7	250	7	280	7	311	7	341
8	8	8	39	8	67	8	98	8	128	8	159	8	189	8	220	8	251	8	281	8	312	8	342
9	9	9	40	9	68	9	99	9	129	9	160	9	190	9	221	9	252	9	282	9	313	9	343
10	10	10	41	10	69	10	100	10	130	10	161	10	191	10	222	10	253	10	283	10	314	10	344
11	11	11	42	11	70	11	101	11	131	11	162	11	192	11	223	11	254	11	284	11	315	11	345
12	12	12	43	12	71	12	102	12	132	12	163	12	193	12	224	12	255	12	285	12	316	12	346
13	13	13	44	13	72	13	103	13	133	13	164	13	194	13	225	13	256	13	286	13	317	13	347
14	14	14	45	14	73	14	104	14	134	14	165	14	195	14	226	14	257	14	287	14	318	14	348
15	15	15	46	15	74	15	105	15	135	15	166	15	196	15	227	15	258	15	288	15	319	15	349
16	16	16	47	16	75	16	106	16	136	16	167	16	197	16	228	16	259	16	289	16	320	16	350
17	17	17	48	17	76	17	107	17	137	17	168	17	198	17	229	17	260	17	290	17	321	17	351
18	18	18	49	18	77	18	108	18	138	18	169	18	199	18	230	18	261	18	291	18	322	18	352
19	19	19	50	19	78	19	109	19	139	19	170	19	200	19	231	19	262	19	292	19	323	19	353
20	20	20	51	20	79	20	110	20	140	20	171	20	201	20	232	20	263	20	293	20	324	20	354
21	21	21	52	21	80	21	111	21	141	21	172	21	202	21	233	21	264	21	294	21	325	21	355
22	22	22	53	22	81	22	112	22	142	22	173	22	203	22	234	22	265	22	295	22	326	22	356
23	23	23	54	23	82	23	113	23	143	23	174	23	204	23	235	23	266	23	296	23	327	23	357
24	24	24	55	24	83	24	114	24	144	24	175	24	205	24	236	24	267	24	^297	24	328	24	358
25	25	25	56	25	84	25	115	25	145	25	176	25	206	25	237	25	268	25	298	25	329	25	359
26	26	26	57	26	85	26	116	26	146	26	177	26	207	26	238	26	269	26	299	26	330	26	360
27	27	27	58	27	86	27	117	27	147	27	178	27	208	27	239	27	270	27	300	27	331	27	361
28	28	28	59	28	87	28	118	28	148	28	179	28	209	28	240	28	271	28	301	28	332	28	362
29	29	—	—	29	88	29	119	29	149	29	180	29	210	29	241	29	272	29	302	29	333	29	363
30	30	—	—	30	89	30	120	30	150	30	181	30	211	30	242	30	273	30	303	30	334	30	364
31	31	—	—	31	90	—	—	31	151	—	—	31	212	31	243	—	—	31	304	—	—	31	365

Коэффициенты перевода массы зерна различной влажности к массе зерна при влажности 14% (культуры: пшеница, ячмень, рожь, кукуруза, овес, гречиха, горох, чина, нут, вика и др.)

Целый процент влажности	Десятая доля процента влажности									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	1,047	1,045	1,044	1,043	1,042	1,041	1,040	1,038	1,037	1,036
11	1,035	1,034	1,033	1,031	1,030	1,029	1,028	1,027	1,026	1,024
12	1,023	1,022	1,021	1,020	1,019	1,017	1,016	1,015	1,014	1,013
13	1,012	1,010	1,009	1,008	1,007	1,006	1,005	1,003	1,002	1,001
14	1,000	0,999	0,998	0,997	0,995	0,994	0,993	0,992	0,991	0,990
15	0,988	0,987	0,986	0,985	0,984	0,983	0,981	0,980	0,979	0,978
16	0,977	0,976	0,974	0,973	0,972	0,971	0,970	0,969	0,967	0,966
17	0,965	0,964	0,963	0,962	0,960	0,959	0,958	0,957	0,936	0,955
18	0,963	0,952	0,951	0,950	0,949	0,948	0,947	0,945	0,944	0,943
19	0,942	0,941	0,940	0,938	0,937	0,936	0,935	0,934	0,933	0,981
20	0,930	0,929	0,928	0,927	0,926	0,924	0,923	0,922	0,921	0,920
21	0,919	0,917	0,916	0,915	0,914	0,913	0,912	0,910	0,909	0,908
22	0,907	0,906	0,905	0,903	0,902	0,901	0,900	0,890	0,898	0,896
23	0,895	0,894	0,893	0,892	0,801	0,890	0,888	0,887	0,886	0,885
24	0,881	0,882	0,881	0,880	0,879	0,878	0,877	0,876	0,874	0,873
25	0,872	0,871	0,870	0,869	0,867	0,866	0,865	0,864	0,863	0,862
26	0,860	0,859	0,858	0,857	0,856	0,855	0,853	0,852	0,851	0,850
27	0,849	0,848	0,847	0,845	0,814	0,843	0,842	0,841	0,840	0,838
28	0,837	0,836	0,835	0,833	0,832	0,831	0,830	0,829	0,828	0,827
29	0,826	0,824	0,823	0,822	0,821	0,820	0,819	0,817	0,816	0,815
30	0,814	0,813	0,812	0,210	0,809	0,808	0,807	0,806	0,805	0,803
31	0,802	0,801	0,800	0,799	0,798	0,797	0,795	0,794	0,793	0,792
32	0,791	0,790	0,788	0,787	0,786	0,785	0,784	0,783	0,781	0,780
33	0,779	0,778	0,777	0,776	0,774	0,773	0,772	0,771	0,770	0,769
34	0,767	0,766	0,765	0,764	0,763	0,762	0,760	0,759	0,758	0,757
35	0,756	0,755	0,753	0,752	0,751	0,750	0,749	0,748	0,747	0,745
36	0,744	0,743	0,742	0,741	0,740	0,738	0,737	0,736	0,735	0,734
37	0,733	0,731	0,730	0,729	0,728	0,727	0,726	0,724	0,723	0,722
38	0,721	0,720	0,719	0,717	0,716	0,715	0,714	0,713	0,712	0,710
39	0,709	0,708	0,707	0,706	0,705	0,703	0,702	0,701	0,700	0,699
40	0,698	0,697	0,695	0,694	0,693	0,692	0,691	0,690	0,688	0,687

## Значение критерия Стьюдента

$k$	$t_{0,1}$	$t_{0,05}$	$t_{0,01}$	$k$	$t_{0,1}$	$t_{0,05}$	$t_{0,01}$
2	2,920	4,303	9,925	19	1,729	2,093	2,861
3	2,353	3,182	5,841	20	1,725	2,086	2,845
4	2,132	2,776	4,604	21	1,721	2,080	2,831
5	2,015	2,571	4,032	22	1,717	2,074	2,819
6	1,953	2,447	3,707	23	1,714	2,069	2,807
7	1,895	2,365	3,499	24	1,711	2,064	2,797
8	1,860	2,306	3,355	25	1,708	2,060	2,787
9	1,833	2,262	3,250	26	1,706	2,056	2,779
10	1,812	2,228	3,169	27	1,703	2,052	2,771
11	1,796	2,201	3,106	28	1,701	2,048	2,763
12	1,782	2,179	3,055	29	1,699	2,045	2,756
13	1,771	2,160	3,012	30	1,697	2,042	2,750
14	1,761	2,145	2,977	40	1,684	2,021	2,704
15	1,753	2,131	2,947	60	1,671	2,000	2,660
16	1,746	2,120	2,921	120	1,658	1,980	2,617
17	1,740	2,110	2,898	$\infty$	1,645	1,960	2,576
18	1,734	2,101	2,878	—	—	—	—



**Максимальные нормы засоренности сортовых посевов трудноотделимыми видами сорных растений и трудноотделимыми видами сельскохозяйственных растений**

Название сельскохозяйственного растения	Максимальные нормы засоренности, %, не более			
	трудноотделимыми сорными растениями		трудноотделимыми сельскохозяйственными растениями	
	название	%, не более	название	%, не более
Овес	овсюг, овес щетинистый и триходесма седая	ОС не допускается	ячмень, рожь пшеница, тритикале	ОС не допускается
		ЭС - 0,1%		ЭС - 0,2%
		РС1 - 0,2%;		РС1 - 0,2%;
		РС2 - 3 - 0,3%		РС2 - 3 - 0,5%
		РС последующие и РСт - 0,5%		РС последующие - 0,5%
Пшеница	софора лисохвостная, головчатка сирийская, гречишка вьюнковая	ОС не допускается	яровой - ячмень, гречиха, овес тритикале	ОС не допускается
		ЭС - 0,1%		ЭС - 0,2%
		в РС 1 - 0,2%;		в РС 1 - 0,2%;
		в РС2 и РС3 - 0,3%;		в РС2 и РС3 - 0,5%;
		РСт - 0,5%; в сумме засорение посева всеми сорными трудноотделимыми растениями - 3%		в РС - 0,5%
Ячмень	овсюг, софора толстоплодная, синеглазка, дикая редька, триходесма седая	ОС не допускается	пшеница, овес, тритикале, рожь	ОС не допускается
		ЭС - 0,1%		ЭС - 0,2%
		РС1 - 0,2%;		РС1 - 0,2%;
		в РС2 и РС3 - 0,3%		в РС2 и РС3 - 0,5%
		в РСт - 0,5%		в РСт - 0,5%

При превышении максимально допустимых норм поражения болезнями сортовых посевов сортовой посев признается непригодным для использования на семенные цели.

Приложение 6

Максимально допустимые нормы поражения болезнями сортов посевов

Название сельскохозяйственного растения	Название болезней	Степень пораженности болезнями, %, не более		
		категория семян		
		ОС, ЭС	РС	РСт
Овес	головня пыльная и покрытая (в сумме)	не допускается	РС 1 - не допускается	0,5%
			РС2 и РС последующих репродукций - 0,3%	
Пшеница и полба	стеблевая головня	не допускается		
	пыльная головня	не допускается	РС1 - 0	0,5%
			РС2 и последующих репродукции - 0,1%	
	головня	не допускается	РС1 - 0	0,3%
			РС2 и последующих репродукции - 0,1%	
Ячмень	пыльная головня	не допускается	РС1 и РС2- 0-0,1%	0,5%
			РС последующих репродукции - 0,3%	
	твердая головня	не допускается	РС1 и РС2- 0-0,1%	0,5%
			РС и последующих репродукции - 0,3%	

# КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ГЕНОТИПОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ

*Методическое пособие*

*В авторской редакции*

В

Подписано в печать 10.09.2025. Формат 60/84 1/16.

Гарнитура «Times New Roman». Печ. л. 5,5(5,11).

Бумага офсетная. Печать оперативная.

Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии ИП Макшеевой Е.А.

Омск-644034, ул. Долгирева, 126, тел.: 89083194462