

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО Донской ГАУ)**

**АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ
(Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ)**

На правах рукописи

Калинина Наталия Владимировна

РЕАКЦИЯ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ СЕМЯН ВО ВРЕМЯ УБОРКИ

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент
Хронюк Василий Борисович

Зерноград 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	11
1.1 Характеристика посевного материала.....	11
1.2 Причины ухудшения посевных качеств и классификация механических повреждений семян.....	18
1.3 Причины и факторы, вызывающие механические повреждения семян.....	21
1.4 Влияние механических повреждений на посевные качества семян и урожайность.....	33
ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	45
2.1 Почвенно-климатические условия	45
2.2 Материал исследований.....	52
2.3 Методика исследований.....	54
ГЛАВА 3 КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕМЯН ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ВО ВРЕМЯ УБОРКИ (РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ).....	60
3.1 Механические повреждения семян озимой пшеницы во время уборки.....	60
3.1.1 Механические повреждения семян озимой мягкой пшеницы	62
3.1.2 Механические повреждения семян озимой твердой пшеницы	67
3.1.3 Механические повреждения семян озимой мягкой пшеницы при обмолоте разными комбайнами.....	71
3.2 Изменение посевных качеств семян озимой пшеницы в зависимости от степени их травмирования.....	75
3.2.1 Посевные качества семян озимой мягкой пшеницы.....	76
3.2.2 Посевные качества семян озимой твердой пшеницы	88

3.2.3 Посевные качества семян озимой мягкой пшеницы при обмолоте разными комбайнами.....	100
3.3 Крупность семян и её влияние на механические повреждения и посевные качества	105
3.4 Продуктивности сортов озимой пшеницы с разной степенью механических повреждений семян.....	111
3.5 Корреляционный анализ изучаемых признаков озимой пшеницы.....	120
3.6 Производственная проверка результатов.....	130
ГЛАВА 4 Экономическая оценка возможных убытков от снижения посевных качеств семян.....	139
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	144
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	148
ЛИТЕРАТУРА.....	149
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	171

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Производство зерна в России является главным фактором обеспечения национальной и продовольственной безопасности государства. Это позволяет считать увеличение производства зерна для внутреннего и мирового рынков стратегической задачей России посредством наиболее эффективного использования местных почвенно-климатических, энергетических, сырьевых, трудовых и социально-экономических ресурсов.

В зависимости от погодных условий урожайность зерновых культур в мире варьирует по годам на 25 % и более, а мировые запасы зерна – на 60 %. В целом за последние несколько десятилетий с повышением урожайности вариабельность мирового производства зерна постоянно возрастала. Более того, по данным А.А. Жученко [44] абсолютный размер межгодовых колебаний урожаев зерновых культур (спадов – подъёмов) возрос особенно в тех странах, где за последние 70 лет отмечен наибольший их рост.

К сожалению, созданные сорта озимой пшеницы, с потенциальной урожайностью 8–9 т зерна с гектара, в производственных условиях часто не дают и половины этой величины. Проблема повышения урожайности и улучшения качества зерна озимой пшеницы в современных условиях значительно обострилась и приобрела важное народно-хозяйственное значение. Причин расхождения между фактической и потенциальной урожайностью сортов много. Одной из них является недостаточно высокое качество семенного материала. Зерновое хозяйство России в настоящее время характеризуется рядом недостатков, к числу которых следует отнести большие потери зерна при уборке, высокий расход посевного материала (около 15 %, при среднем в мире 5–7 %) и другие [44].

В современном сельском хозяйстве высококачественный посевной материал имеет первостепенное значение. Только через семена реализуется селекционный прогресс, воплощенный в новых сортах. Высококачественные семена позволяют использовать такие преимущества новых сортов, как: повышенную потенциальную урожайность, высокую устойчивость урожайности,

резистентность к болезням и вредителям, хорошие потребительские и агрономические свойства. Хорошие семена вместе с высокой агротехникой определяют величину урожая и его качество. По мнению В.Н. Василенко [18] посев высококачественными семенами лучших районированных сортов обычно даёт прибавку урожая 15–20 %, а иногда и больше.

Ежегодно на полях нашей страны высеваются миллионы тонн семян различных сельскохозяйственных культур. При таком масштабе каждый процент недоброкачественных семян ведёт к непроизводительным их расходам. Согласно исследованиям И.Г. Строна [127] с каждым высеянным центнером теряется в среднем 30 кг зерна. Такие ученые, как Г.Б. Ермилов [38], Н.К. Ижик [49], З.М. Калошина [55], Н.Н. Кулешов [62], Ф.М. Куперман [64], Ю.Г. Скворцова [122], Т.В. Суббота [131], Ш.З. Халилов [160] и другие отмечали, что партии семян, удовлетворяющие требованиям правовых актов, не всегда реализуют заявленное качество посевного материала в полевых условиях. Недостатки же посевного материала трудно исправить последующими агротехническими мероприятиями. Поэтому к семенам в России предъявляются строгие требования.

На протяжении многих лет международные и российские организации по анализу семян занимаются выявлением причин имеющегося несоответствия и разрабатывают дополнительные методы оценки качества семян, которые позволили бы выявить скрытые дефекты семенных партий. Причины таких дефектов весьма разнообразны. Многие исследователи, такие как М.В. Архипов [6], Н.Н. Барышева [11], А.М. Гимадиев [21], З.М. Калошина [56], Ф.М. Куперман [67], И.А. Ляпкосова [83], А.Ф. Путинцев [110], В.Ф. Русских [118], Т.В. Суббота [132], А.П. Тарасенко [133] и другие одной из основных причин скрытых дефектов считают последствия механических воздействий на семена, которые в значительной степени зависят от культуры, сорта, региональных особенностей, условий уборки, подработки и очистки семян.

Проведенные исследования В.В. Гриценко [32], Е.В. Ионовой [53], Ф.М. Куперман [65], А.Н. Пугачева [106], И.Г. Строны [128], Л.В. Фадеева [154, 157] и других выявили влияние сортовых, видовых особенностей культур, режимов

работы техники на степень травмирования семян и урожайность культур. По данным А.Н. Пугачева [109] 1 % содержания микротравм в посевном материале озимой пшеницы приводит к снижению урожайности в среднем на 5 кг зерна, а с каждого гектара около 1,1–1,6 центнеров. По сведениям С.З. Манойлиной [84] всхожесть травмированных семян снижается на 12–38 %, а продуктивность растений уменьшается – на 4,5 ц/га по сравнению с целыми семенами. В исследованиях В.И. Жалнина [41] при высеве травмированных семян урожайность яровой пшеницы была ниже на 1,9 ц/га, ярового ячменя на 3,3 ц/га, озимой ржи 5,2 ц/га, кукурузы 6,8 ц/га.

За последние десятилетия созданы и внедрены в производство сорта интенсивного типа, разработаны новые технические средства. Совершенствуются технологические операции по уборке, очистке и сортированию зерна. Во всех технологических процессах выращенное зерно начинает соприкасаться с вращающимися рабочими органами и механизмами при скашивании, обмолоте, транспортировке, дальнейшей доработке до товарных и семенных кондиций. В работе А.М. Гимадиева [22] приводятся данные Центральной Машиноиспытательной Станции. Указывается, что при лабораторно-полевых испытаниях травмирование зерна озимой пшеницы составляет 30–42 %: «Агрегаты сельскохозяйственного назначения по степени влияния на травмированность семенного материала можно классифицировать: зерноуборочный комбайн – 30–36 %; сушильные агрегаты – 6,3–11,4 %; ветро-решетные машины – 2,71–5,4 %; транспортирующие механизмы – 2,5–4 %; триерные блоки – 0,32–2,33 %; пневмосортировальные машины – 0,17 %». В этом направлении интересные исследования проведены В.И. Орбинским [94]. Его данные свидетельствуют о необходимости улучшения конструктивных особенностей рабочих органов машин, которые бы позволили снизить процент травм, ухудшающих посевные качества семян.

Семена высоких категорий реализуются на основании показателей сортовой чистоты, чистоты семян и лабораторной всхожести, которая достаточно часто бывает намного выше полевой. На разных этапах системы сортообновления

используются разные технические средства. Посевные качества семян обмолоченных селекционной колосовой молотилкой, комбайнами Сампо 2010, Дон 1500 резко снижаются по мере усложнения конструкции и повышения производительности техники.

В связи с этим в семеноводстве озимой пшеницы актуальной задачей является получение высококачественных семян с минимальным количеством механических повреждений, отрицательно влияющих на посевные качества, способных обеспечить высокие и стабильные урожаи.

Цель исследований. Выявить реакцию современных сортов озимой пшеницы селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» на разную степень механических повреждений при уборке, их воздействие на посевные качества оригинальных семян и продуктивность.

Задачи исследований:

1. Определить макро- и микроповреждения семян во время уборки и сортировки.
2. Проанализировать энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян.
3. Использовать дополнительные методы оценки качества семян для выявления возможных скрытых дефектов партий.
4. Выявить влияние крупности на физические и биологические свойства семян.
5. Оценить влияние механических повреждений на продуктивность сортов озимой мягкой и твердой пшеницы.
6. Установить корреляционные связи между исследуемыми признаками качества семян и степенью механических повреждений.
7. Провести производственную проверку.
8. Дать экономическую оценку возможных потерь от использования на посеве семян с разной степенью механических повреждений.

Научная новизна. Проведена комплексная оценка реакции современных сортов озимой пшеницы селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» на механические повреждения семян во время уборки. Установлены сопряженные связи между значениями посевных качеств и степенью механических повреждений. Наряду со стандартными методами использованы дополнительные методы оценки посевных качеств семян – почвенный тест и морфофизиологическая оценка проростков. Установлено снижение силы роста семян и полевой всхожести у кондиционных партий с высокой лабораторной всхожестью и разной степенью механических повреждений. Проведена экономическая оценка убытков при использовании на посеве семян сортов озимой пшеницы с разной степенью механических повреждений.

Выделены сорта озимой пшеницы с меньшей реакцией на механические повреждения семян, имеющие наименьшее их повреждение во время уборки, большую силу роста, полевую всхожесть, наибольшую продуктивность и дающие минимальные прямые и косвенные экономические убытки.

Практическая значимость и область применения. Научно обоснована целесообразность включения показателя устойчивости семян к механическим повреждениям в оценку сорта на этапах селекционного процесса и в условиях сортообновления в учреждениях оригинаторах.

Выявлены зависимости и предложено производству формировать посевные партии по результатам фракционного анализа, который дает возможность удаления определенных для каждого сорта семян мелкой фракции, как биологически менее полноценной и обладающей более высоким количеством микроповреждений. Это позволит в производственных условиях выбрать наиболее экономичные и эффективные элементы подготовки семенного материала, что поспособствуют получению высокой полевой всхожести семян, как одного из структурных элементов урожайности.

Методология и методы исследований. При планировании и проведении исследований были использованы научные труды российских и зарубежных ученых, статистические сборники и другие материалы. Исследования проводили с

использованием полевых опытов, наблюдений и лабораторных анализов согласно научных методик и ГОСТов. Экспериментальные данные обрабатывали статистическими методами Б.А Доспехова с использованием программ Microsoft Excel, Statistica 10.

Основные положения, выносимые на защиту:

- степень механических повреждений, как один из критериев воздействия на посевные качества семян;
- различия реакции сортов озимой пшеницы на механическое воздействие при уборке;
- оценка фракционного анализа с выявлением и удалением биологически неполноценных семян, как основа формирования посевных партий различных сортов;
- продуктивность сортов озимой пшеницы с разной степенью механических повреждений семян.

Степень достоверности и апробация результатов исследований

Результаты работы подтверждены применением апробированных методик, большим объемом экспериментальных исследований, использованием стандартных методов биометрического анализа и производственной проверкой.

Основные положения диссертационной работы были ежегодно доложены на заседаниях кафедры «Агрономия и селекция сельскохозяйственных культур», а также на различных научно-практических конференциях: Совершенствование технологии в АПК (Зерноград, 2007), в программе «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» («У.М.Н.И.К.») (Зерноград, 2011), Донская аграрная научно-практическая конференция "Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы"(Зерноград, 2012), Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур (пос. Персиановский, 2015), Международная научно-практическая конференция «Научно-техническое обеспечение АПК Юга России» (Зерноград, 2020), Всероссийская (национальная) конференция «Научно-техническое обеспечение АПК Юга России» (Зерноград, 2021).

Производственная проверка результатов исследований была проведена в период 2013-2014 г. в ООО «КХ Перетятко Ю.А.» Зерноградского района Ростовской области. Выбор хозяйства был обусловлен применением в нем ресурсосберегающей технологии возделывания озимой пшеницы. Она направлена на экономию семян за счет резкого снижения норм посева и улучшения качества семян за счет снижения механических повреждений во время уборки и последующей подработки. В технологии используется комплекс эффективной современной техники для уборки, предпосевной подготовки семян и прямого посева. В условиях этого хозяйства были реализованы предложения производству, которые позволили получить высокую полевую всхожесть, хорошее развитие всходов и повышенную урожайность.

Публикации результатов исследований. По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, в том числе 4 публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач исследований, выборе методик, проведении лабораторных и полевых исследований, сборе и обработке материалов наблюдений метеостанций, подготовке диссертации, выводов и рекомендаций, апробации полученных результатов в производство.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 188 страницах текста компьютерного исполнения, состоит из введения, 4 глав, заключения и предложений селекционной практике и производству, списка литературы из 227 наименований, в том числе 45 источников на иностранном языке. Работа содержит 25 таблиц, 22 рисунка, 22 приложения.

ГЛАВА 1 ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Характеристика посевного материала

Озимая пшеница – важнейшая продовольственная культура, важнейший хлебный злак земного шара. Широкое распространение пшеницы обусловлено, прежде всего, высокой питательной ценностью ее зерна, которое перерабатывается на муку, крупу, крахмал, спирт и другие продукты [201]. По данным В.И. Ковтуна [58] зерно пшеницы в среднем содержит 16,8 % сырого белка, 2,0 % клетчатки, 63,8 % безазотистых экстрактивных веществ, 2,0 % сырого жира, 1,8 % золы, 13,6 % воды. Пшеничная мука широко используется в хлебопечении и кондитерской промышленности. Пшеничный хлеб отличается высокими вкусовыми, питательными свойствами и хорошей переваримостью.

Крупнейшими производителями зерна пшеницы являются КНР, Индия, США, Россия, Франция. Большие площади под этой культурой заняты в Германии, Украине, Канаде [23].

По сведениям Росстат [116,117] основные районы выращивания пшеницы в России в 2019 – 2020 гг. – Северо-Кавказский и Южный федеральные округа (доли в структуре посевных площадей в РФ – 47,4 и 52,1 % соответственно). Общая площадь озимой и яровой пшеницы в мире в 2019 – 2020 гг. составляет 222,7 млн. га. В России посевная площадь пшеницы в 2020 г. составила 29,4 млн. га, из них под озимой пшеницей – 16,9 млн. га, под яровой – 12,5 млн. га. Основные посевные площади озимой пшеницы расположены в Краснодарском, Ставропольском краях и Ростовской области.

В работе В.Н. Василенко [18] отмечено, что посевы озимой пшеницы в сельскохозяйственном производстве Ростовской области ежегодно составляют 40–50 % (более 1,5 млн. га) площадей всех зерновых культур, что соответствует 15–20 % от всей площади её посевов в России. В Зерноградском районе посевы

озимой пшеницы составляют более 60 % от площади всех зерновых культур района.

Пшеница при правильной агротехнике даёт высокие урожаи во всех районах её возделывания. Так, согласно данных Российского статистического ежегодника 2020 г. [116] валовый сбор пшеницы в России составлял 85,9 млн. т. Причем ЮФО занимал лидирующее место в Российской Федерации 25,7 млн. т (30 % общего сбора по стране), в том числе в Ростовской области - 11,9 %. Средняя урожайность пшеницы в России в 2020 г составляла 2,9 т/га, в том числе озимая пшеница сформировала урожайность 3,8 т/га, яровая – 1,9 т/га. В Ростовской области средняя урожайность озимой пшеницы была 3,6 т/га. Валовые сборы зерна этой культуры зависят не только от площади, занимаемой ею и почвенно-климатических условий, но в значительной степени определяются качеством возделываемых сортов.

Селекцией озимой пшеницы занимаются в Ростовской области ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», сорта которых и занимают основные посевные площади в Ростовской области. Целесообразность включения в исследования сортов озимой твердой пшеницы обусловлена дефицитом твердого зерна для перерабатывающей промышленности и, в том числе, для изготовления макаронно-крупяных изделий из собственного зерна. Сорта, созданные ФГБНУ «АНЦ «Донской» способны полностью обеспечить сырьем перерабатывающую промышленность Ростовской области. Ценность культуры: короткостебельность, высокие продуктивность и технологические качества. Посевные площади твердой пшеницы Ростовской области в настоящее время не превышают 15–20 тыс. га, из которых 85–90 % занимает озимая твердая пшеница. Сельхозпроизводителям стало невыгодно выращивать яровую твердую пшеницу из-за её низкой урожайности (0,7–1,6 т/га) в сравнении с озимой твердой пшеницей (4–6 т/га).

Одним из основных условий получения высоких урожаев хорошего качества является высокое качество семян. По определению Д. Шпаара [180] посевным материалом (семенами) зерновых культур являются плоды – зерновки, служащие

для размножения и используемые для посева. Они представляют собой сложные многоклеточные структуры, развивающиеся после оплодотворения цветка и содержащие зародыш (зачаток нового растения).

Посевной материал характеризуется морфологическими признаками, физико-механическими свойствами и посевными качествами семян.

Морфологические признаки и физико-механические свойства семян

Морфологические признаки и физические свойства семян имеют тесную связь с их качеством. Их необходимо знать для правильного установления технологического процесса очистки и сортирования семян. К морфологическим признакам согласно Э.С. Григорьевой [30] и других ученых относятся: форма, поверхность, блеск, окраска, щуплость семян, морозобойность и стекловидность.

Стекловидность семян характеризует соотношение между белками и углеводами в эндосперме. По мнению В.В. Гриценко и З.М. Колошиной [32] при уборке семенных посевов и обработке семян следует учитывать, что стекловидное сухое зерно обычно более хрупкое, чем мучнистое, и сильнее травмируется. При ударе стекловидные зёрна растрескиваются на неправильные куски с плоскораковистым изломом, а мучнистые – превращаются в порошок.

К физическим свойствам семян по сведениям Н.Н. Кулешова [63], И.Г. Строны [126] и вышеуказанных авторов относятся: размеры и крупность семян, степень их выполненности, выравненность, масса, аэродинамические свойства, упругость и прочность семян, электрические свойства, механические повреждения (травмирование) семян.

Размеры семян (длина, ширина и толщина) – основные признаки, по которым проводят их очистку и сортирование. С точки зрения В.Е. Долгодворова [35] термин «крупные семена» (крупные или мелкие) относится только к размерам, и его не следует приравнивать к массе семян (тяжёлые или лёгкие), хотя эти признаки тесно связаны друг с другом. Средней считают ту фракцию, которая составляет основную массу семян в данной партии. Семена

крупнее средней фракции считаются крупными, а мельче – мелкими [10, 12, 13, 15]. По данным В.И. Оробинского [91] размеры зерновок следующим образом влияют на травмирование при обмолоте – в большей мере травмируются крупные и мелкие зерновки, в меньшей – зерновки размером от 2,8 до 2,6 мм. Это связано с тем, что и мелкие зерновки, и самые крупные менее прочны, и склонны к повреждению.

По данным И.Г. Строна [130] в лаборатории семеноводства и семеноведения института растениеводства им. В. Я. Юрьева Украины в течение многих лет изучали урожайность различных фракций семян сортов пшеницы, ячменя, проса, гречихи и кукурузы, выделенных при сортировании. В ходе исследований было установлено, что самыми урожайными являются семена средние и крупнее средних фракций. Они в полной мере отражают все биологические особенности сорта. Семена самые крупные и мельче средних фракций показывают или меньшую, или неустойчивую урожайность. Самые крупные семена во многие годы отличаются низкими посевными и урожайными свойствами. Такие семена имеют рыхлое анатомическое строение, легко травмируются и обладают слабой жизненностью. Количество таких семян в семенной партии пшеницы не превышает 3–5 %. Неполюценность самых крупных семян увеличивается при избыточном и несбалансированном питании; в условиях высокой влажности и низких температур в период налива и по другим причинам. При недостатке влаги и при высоких температурах в период налива самые крупные семена пшеницы по урожайным свойствам не уступают средним.

Под выполненностью зерна следует считать степень налива и зрелости. При 100 %-й выполненности семена имеют максимально возможные размеры (длину, ширину и толщину) и высокую массу 1000 семян, характерные для культуры и сорта. При неблагоприятных условиях в тот или иной момент формирования семени степень выполненности снижается. Это наблюдается при щуплости, морозобойности семян, при большом числе подгона и низком агрофоне [30, 32, 62].

Н.Н Кулешов писал: «В связи с этим уместно напомнить слова И. Шиндлера, автора старого руководства по возделыванию хлебов: «...для

получения хорошего посевного материала, а, следовательно, и для повышения урожая не столь важен отбор самых крупных семян, сколько устранение мелких и щуплых» Цит. по: Кулешов Н.Н. Агрономическое семеноведение. М., 1963. С. 124 [63].

Выравненность по мнению И.Г. Строны [126]– это однородность семян по размерам. Выравненные семена дают более дружные всходы. Выравненность определяется путём разделения семян на фракции по величине. При этом из партии удаляются и крупная, и мелкая фракции семян. Партия семян считается выравненной, если на двух смежных решетках классификатора масса семян не менее 80 %.

Масса семян имеет тесную прямую связь с размерами, по мнению Д. Шпаара, С. Бандысева, С. Гриба [181]. При этом различают: индивидуальную массу одного семени; массу 1000 семян при кондиционной влажности; массу 1000 абсолютно сухих семян; натуру. Наибольшее значение в практике имеет масса 1000 семян как показатель их полноценности. Семена тяжёлые, полновесные в семенном отношении лучше, чем легковесные. По этому показателю определяют ценность партии семян и её отдельных фракций, рассчитывают оптимальную норму посева при их посеве.

Масса 1000 семян зависит от сортовых особенностей и условий выращивания. Наряду с этим масса 1000 приготовленных к посеву семян в большей степени зависит от того, до какой степени доводится их сортирование в хозяйстве. Масса 1000 семян рассматривается как положительный признак качества, так как тяжеловесные семена дают более мощные и крепкие проростки, а щуплые и легкие нередко обладают сниженной всхожестью.

Некоторые авторы, как например, А.И. Апрод [5], А.М. Гричанюк [29], А.Н. Пугачев [105], И.Г. Строна [129], С.А. Чазов [165] и другие к физическим свойствам относят механические повреждения (травмирование) семян, которые оказывают негативное влияние на качество посевного материала.

Таким образом, большинство исследователей считает, что для получения качественных семян следует при послеуборочной обработке из поступившего

зернового вороха выделять семена средней фракции с большей массой 1000 семян и меньшим количеством их травмирования.

Посевные качества семян

Качество посевного материала играет главную роль в успешном выращивании сельскохозяйственных культур. Различают сортовые, посевные качества и урожайные свойства семян. Под посевными качествами понимают совокупность свойств семян, характеризующих степень их пригодности для посева. Под урожайными свойствами понимают способность семян давать урожай, величина которого определяется генетически фиксированными свойствами сортов и гибридов (генотипов) [30,32].

Многие исследователи, такие как В.И. Анискин [4], Л.А. Смиловенко [123], Д. Шпаар [180, 181] и другие отмечают, что в комплексе агротехнических мероприятий, обеспечивающих высокую полевую всхожесть, благоприятную перезимовку и формирование высокой урожайности, большое значение имеет посев семенами рекомендованных сортов с высокими посевными качествами. Н.К. Ижик писал: «Ещё С.П. Костычев и П.Д. Журавлёв подчёркивали, что употребление на посев лучших семян по своему влиянию равнозначно применению минеральных удобрений и качественной обработке почвы». Цит. по: Ижик Н.К. Полевая всхожесть семян. Киев, 1976. С. 76 [50]. Посевные качества в значительной степени зависят от погодных условий, складывающихся в период вегетации и во время уборки, на которые производитель семенного материала имеет мало влияния, а также от тщательной работы при подготовке семян к хранению и соблюдения всех требований при хранении.

К показателям посевных качеств семян относятся чистота, всхожесть и энергия прорастания, жизнеспособность, влажность семян, заражённость болезнями и вредителями, которые определяются на уже очищенном и отсортированном посевном материале. Из перечисленных показателей нормируются ГОСТом чистота, всхожесть, влажность семян. Остальные

показатели не менее важны, но из-за трудностей нормирования не стандартизируются [102]. Анализ посевных качеств семян сельскохозяйственных культур осуществляется Государственными семенными инспекциями (ГСИ) по единым методикам. Требования на посевные качества семян указаны в ГОСТ Р–52325–2005 [28]. Семена, не отвечающие требованиям стандартов, считаются некондиционными и не допускаются к посеву.

Многочисленные исследования А. Азина [3], Г.Б. Ермилова [39], Н.К. Ижика [50], Н.Н. Кулешова [63], Ф.М. Куперман [66], Б.С. Лихачева [73, 77, 80], В.В. Шелепова [177], В.И. Шелеповой [178] и других показывают, что проводимое инспекциями определение посевных качеств даже у кондиционных семян не всегда гарантирует высокую полевую всхожесть. Скрытые дефекты семенных партий не выявляются в оптимальных условиях прорастания семян при определении лабораторной всхожести. Поэтому в настоящее время при оценке качества семян всё большее распространение получает использование дополнительных показателей методами, которые позволяют более глубоко оценить качество семенных партий. Одним из таких методов является определение силы роста семян, который позволяет предположить поведение семян в полевых условиях. В работах Б.С. Лихачёва [76,78], Н.В. Прикладова [103], Т.В. Суббота [132] и других авторов сила роста характеризуется способностью ростков семян пробиваться через определённый слой песка или почвы, а также массой зелёных ростков. Для этого семена проращивают в условиях, максимально приближенным к полевым. В частности, на пути проростков создаётся препятствие в виде слоя крупного песка или почвы, который они должны преодолеть. Сила роста семян измеряется количеством здоровых ростков (в процентах), вышедших на поверхность на десятые сутки, и массой зелёных ростков в пересчёте на 100 шт. (в граммах).

К дополнительным методам по мнению Д. Шпаара [181] и Н.Н. Кулешова [62] следует отнести также определение показателя скорости прорастания семян, который является обязательным при установлении их всхожести семян Международной ассоциации по контролю за качеством (ISTA).

В их работах указывается, что для более точного определения скорости прорастания используется показатель средней длительности прорастания одного семени.

Несмотря на столь тщательный подход к определению показателей качества, в полевых условиях семена ведут себя часто не так, как предполагалось. Поэтому целесообразно выяснить причины ухудшения посевных качеств.

1.2 Причины ухудшения посевных качеств и классификация механических повреждений семян

Причины ухудшения качества семян многообразны. В. Хайдекер [159, 199] и S. Grundas [195] объединили их в четыре группы:

1. генетические (специфические для сорта и вида);
2. физиологические и цитологические (сбор незрелых семян, повреждение клеточных мембран, изменения в хромосомах);
3. патологические (заболевания, передаваемые через семена, порча вследствие заражения, восприимчивость к почвенным микроорганизмам);
4. механические (удары, перепады температуры и т.д.).

В следствии механических причин семена могут получать различные травмы. Механические повреждения семян (травмирование) – это любые нарушения целостности семени при воздействии на него тех или иных внешних факторов. Механические повреждения при производстве семян являются главными причинами снижения их долговечности и жизнеспособности. Поэтому для успешной борьбы с различными повреждениями важно знать характер травм, причины их возникновения, а также реакцию биологических свойств семян и продуктивности получаемых из них растений [121, 176].

Механические повреждения зерна принято делить на две большие группы макроповреждения и микроповреждения. Макроповреждения – это хорошо видимые невооруженным глазом травмы. Микроповреждения – это внешне незаметные наружные и внутренние повреждения. Между макро- и

микроповреждениями зерна существует резкое различие. Сущность его заключается в том, что дробленые (вдоль и поперек), раздавленные или плющенные и обрушенные зерна по своим физико-механическим признакам и аэродинамическим свойствам значительно отличаются от целых, об этом утверждают в своих работах Б.И. Зюзьков [48], И.Н. Легенький [70], В. Ф. Русских [119], А.П. Тарасенко [135], И.Г. Строна [148], J.D. Atkin [184], К.К. Chawla [188]. Большинство из этих зерен можно легко отделить на любых зерноочистительных и сортировальных машинах. Микроповрежденные зерна не имеют таких отличий, и их нельзя отделить от неповрежденных на современных даже самых сложных зерноочистительных и сортировальных машинах.

К макроповреждениям по мнению А.Н. Пугачев [109], И. Г. Строны [125, 148] относится восемь типов травм, которые наиболее опасны для жизни семени и зачастую связаны, с потерей всхожести. Если даже в лабораторных условиях семена и прорастают, то в поле, без предварительных мер защиты от микроорганизмов, прорастание их затягивается и ведет к гибели проростков. К этой группе относятся следующие типы макроповреждений:

- 1) полное макроповреждение зародыша – это уже не семена;
- 2) частичное макроповреждение зародыша – прорастание возможно только в лабораторных условиях;
- 3) частичные макроповреждения зародыша и эндосперма – в этом случае наблюдается полная гибель семян;
- 4) частичное макроповреждение зародыша и микроповреждение эндосперма – семена не дают всходов;
- 5) частичное макроповреждение эндосперма и микроповреждение зародыша – заметно ухудшается прорастание и дальнейшее развитие проростка;
- 6) частичное макроповреждение эндосперма – семена могут быстро прорасти в лабораторных условиях, но в поле из них образуются ослабленные растения;
- 7) частичное или полное обрушивание семян;
- 8) макроповреждение семян грызущими насекомыми вредителями.

Влияние макроповреждений питательной ткани (у зерновых эндосперма) на жизнедеятельность растений зависит от места повреждения [192]. По данным Ф.М. Куперман [67] наиболее сильное отрицательное влияние на развитие проростка оказывало удаление кусочка эндосперма у семян пшеницы со спинной стороны.

К микроповреждениям относятся девять типов травм [109]. Шесть типов относятся к механическим повреждениям, возникающим в результате либо механических воздействий (ударов), либо воздействия других факторов (перепад температуры и т. п.), которые приводят к разрушению ткани:

1) микроповреждения зародыша – одиночные или многочисленные различной глубины, в результате чего вредность их сильно колеблется; лабораторная всхожесть при этом часто не изменяется, но всегда заметно снижается полевая всхожесть;

2) микроповреждения эндосперма – заметного влияния не оказывают;

3) одновременные микроповреждения зародыша и эндосперма – наиболее вредоносный тип повреждения;

4) микроповреждение оболочки – зависит от места повреждения, если на зародыше, то более опасно, если в области эндосперма – менее опасно;

5) внутренняя трещиноватость;

6) вмятины – возникают от ударов при повышенной влажности; при этом оболочка бывает настолько эластична, что не разрывается, но лежащая под ней ткань сильно уплотняется и функционирование ее изменяется.

По данным Г.Б. Ермилова [39, 40] повреждения оболочки семян пшеницы можно представить следующими типами (рисунок 1).

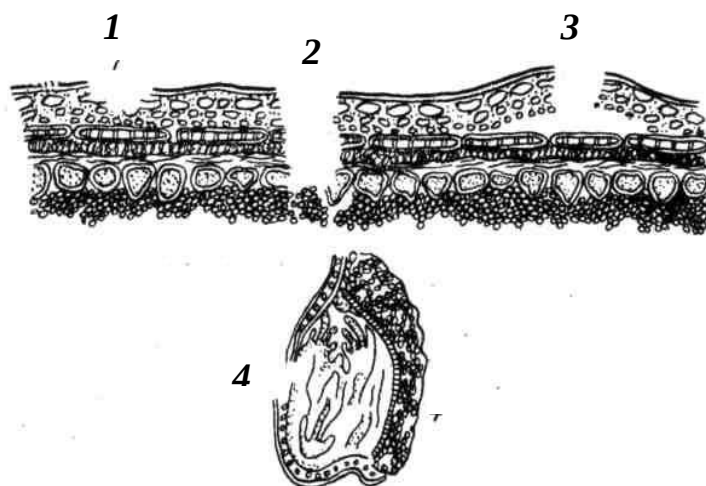


Рисунок 1 – Повреждения оболочки семян пшеницы [39]:

1 – царапина; 2 – выбоина; 3 – трещина; 4 – царапина над зародышем

Отдельное место занимают микроповреждения, вызванные деятельностью микроорганизмов и сосущими насекомыми вредителями [109, 148]:

- 7) микроповреждение микроорганизмами – вызывает интоксикацию семян; растение быстро погибает;
- 8) микроповреждение сосущими насекомыми вредителями;
- 9) микроповреждение, вызванное отчленением семени от материнского растения.

Наши исследования предполагают выяснение влияния механических повреждений семян во время уборки (механического фактора) на посевные качества различных сортов озимой пшеницы.

1.3 Причины и факторы, вызывающие механические повреждения семян

Все причины, вызывающие механические повреждения семян А.Н. Пугачев [109] объединил в 7 групп:

- 1. Природно-климатические условия уборки.
- 2. Агротехническое состояние стеблестоя, физико-механические свойства компонентов обмолачиваемого вороха (урожайность культур, спелость и влажность семян во время уборки, наличие посторонних примесей, сорняков и т.д.).

3. Технологические регулировки молотилки – характеризуют возможности уборочно-транспортной техники. Увеличение или уменьшение подачи хлебной массы без изменения технологических регулировок молотильного устройства увеличивает повреждение семян.

4. Режим работы молотилки – зависит от состояния обмолачиваемой массы и конструктивных особенностей молотильного устройства.

5. Техническое состояние всех рабочих органов молотилки – характеризует результаты эксплуатации машин, если молотильное устройство изношено – нельзя добиться высоких показателей обмолота.

6. Мастерство комбайнеров.

7. Организационно-хозяйственные условия – выбор способа уборки, контроль качества выполнения работ, оплата труда, обучение специалистов.

К факторам, вызывающим механические повреждения семян относятся: морфолого-анатомические особенности строения семян различных культур, особенности сортов, влажность и температура, технологические приемы, которые и определяют степень и тип повреждений семян.

Установлено, что морфолого-анатомические особенности семян ржи и пшеницы имеют разную устойчивость к механическим воздействиям. По данным З.М. Колошиной [55], Ф.М. Куперман [64], А.Н. Пугачева [106], И.Г. Строны [125] при одинаковых режимах обмолота наибольшее количество повреждений имеет рожь. Так, у озимой пшеницы количество микроповреждений было в пределах 14,7–73,4 %, у озимой ржи 35–83 %. И.Г. Строна писал: «В опытах Е.Д. Казакова было установлено, что даже при однократном пропуске через различные механизмы число поврежденных зерен ржи было в 2 раза больше, чем у пшеницы. При этом число семян с поврежденным зародышем в 2–3 раза больше у ржи, чем у пшеницы». Цит. по: Строна И.Г. Травмирование семян и его предупреждение. М., 1972. С. 183. [127].

Такое различие в степени механических повреждений по мнению В.В. Гриценко и З.М. Колошиной [32] связано с морфологическими особенностями ржи: удлиненная форма, продолговатый выпуклый зародыш. У пшеницы зародыш

как бы спрятан внутри. Кроме того, плотные и гладкие оболочки хорошо вызревшей пшеницы оказываются более устойчивыми к механическому воздействию, чем тонкий и нежный мелкоморщинистый перикарп ржи.

Оценивая степень повреждения пшеничного зерна, авторы Ф.М. Куперман [64], И.Г. Строна [126, 127] указывают на меньшую устойчивость к механическим воздействиям твердых пшениц по сравнению с мягкими. Механические повреждения зерновок твердых и мягких пшениц следует рассматривать в связи с консистенцией их эндосперма, которая определяет неодинаковую реакцию на удар и раздавливание [195]. Для твердых пшениц характерны раскалывание, отколы, а для мягких – деформации и вмятины. Мягкая пшеница отличается округлыми очертаниями выполненных боков, а твердая имеет угловатые очертания с вдавленными боками. Зародыш твердых пшениц резко выдается на поверхности зерна, у мягких – находится в углублении. Так, при сравнительном испытании Л.В. Фадеева [157] семена твердой пшеницы повреждались на 15 % больше, чем зерновки мягкой. При этом твердая пшеница имела 8% зерен с поврежденным зародышем, в том числе половина из них были выбиты, а у мягкой этого не наблюдалось.

В работах А.Н. Пугачева и И.Г. Строны [106, 127] установлена зависимость механических повреждений зерна пшеницы от его формы и крупности. Семена округлых зерновок более устойчивы к травмам, чем ребристых. Это подтверждается в работах Н.Л. Венджиева [20] и А.М. Гречанюк [29]. У кукурузы крупные зёрна повреждаются сильнее, чем мелкие. У крупных семян зубовидной кукурузы преобладает повреждение эндосперма на верхушке, у мелких – повреждение оболочек [198, 208, 227].

Исследователи указывают на самые разнообразные факторы, влияющие на толщину оболочек и её физико-механические свойства. И.Г. Строна отмечал: «А.В. Дорошенко, С.А. Чистов, Т.Е. Козинец связывают толщину оболочек со стекловидностью эндосперма. Они установили, что оболочка зерна высокой стекловидности характеризуется большей плотностью строения, но меньшей

толщиной». Цит. по: Строна И.Г. Физиолого-биологические особенности травмирования семян. Харьков, 1971. Т.10-11. С.252 [129].

Для семян пленчатых культур характерным типом механических повреждений является обрушивание зерновок. При грубом обмолоте у них вымолачиваются голые зерновки, зародыш получает повреждения. Зерновки риса менее прочные, что связано с его повышенной хрупкостью, из-за внутренней трещиноватости [5].

Сильно повреждаются при уборке зерновые бобовые культуры. При механических воздействиях у них легко отделяется зародышевая ось от семядолей [204, 211, 213, 216, 217, 218]. Так по мнению И.А. Ляпкосовой [83], С.З.Манойлиной [84], Е.Ю. Раенко [112] и С.А. Родимцева [115] бывает даже в случае, когда внешне на семенах не видно каких-либо повреждений.

Сортовые и видовые особенности имеют большое значение для определения стойкости зерна против механических повреждений при обмолоте. По данным А.Н. Пугачева [106, 107] общее количество микроповреждений зерна озимой ржи при обмолоте в зависимости от сорта варьировало в пределах от 38 до 72,7 %. У озимой пшеницы – в пределах от 15 до 68,5 %. При этом по устойчивости зерна к повреждениям зародыша, все сорта разделились на две группы: в первой – повреждения зародыша не превышают 10–13 %, во второй – от 20 до 30 %.

И. Г. Строна отмечал: «В пределах одного и того же сорта основными причинами различной прочности зерна при раздавливании Н.В. Врасский считает: величину (размер) зерна, форму (округлая, ребристая), степень стекловидности, прочность эндосперма, а также различия по влажности». Цит. по: Травмирование семян и его предупреждение. Под ред. И. Г.Строны. М.,1972. С. 91. [148]. Некоторые ученые высказывают другие предположения. Установлено, что значительное влияние на толщину оболочки оказывает сорт и условия произрастания [166]. Выявлено, что зерно краснозерных сортов имеет более толстые и плотные оболочки, что объясняет меньшее их микроповреждение, в сравнении с белозерными [147,166]. Но поскольку толщина плодовых и семенных оболочек изменяется под воздействием агротехники возделывания и погодных

условий года, степень повреждения одного и того же сорта в различные годы неодинаковая [214]. Об этом свидетельствуют данные П.П. Захарова [45, 46].

Исследованиями, проведенными в Мироновском НИИССП им. В.Н. Ремесло, В.В. Шелеповым [177] и В.И. Шелеповой [178] установлено, что степень механических повреждений зерна является сортовым признаком. Авторы выделили сорта озимой пшеницы с меньшим и большим количеством поврежденных семян при возделывании по разным предшественникам в условиях лесостепи Украины. Максимальное количество механических повреждений семян была у сорта Полесская – 70 %, минимальное у сорта Киянка – 28 %.

Проведенные А.Н. Пугачевым [106] исследования показывают, что при уборке комбайнами озимой пшеницы зерно различных сортов повреждается по-разному. Минимальное дробление отмечалось у сорта Лютесценс 230 (4,5 %), максимальное – у сорта Безостая 1 (16,9 %). При этом микроповреждения зародыша показали такую же закономерность – 34,5 и 63,6 %, соответственно.

Учитывая, что на механические повреждения зерна влияют сортовые и видовые особенности культуры, целесообразно установить дифференцированные технологические регулировки, режимы работы, начало и срок уборки каждого сорта или по группам генотипов [219, 220].

Существенное влияние на механические повреждения семян оказывает влажность в момент обмолота [193, 202, 206]. Семенные посевы необходимо обмолачивать при такой влажности, когда зерноуборочные комбайны обеспечивают получение высоких посевных качеств семян. По данным В.И. Орбинского [93] при прямом комбайнировании с уменьшением влажности до 14,0–16,0 % в момент обмолота количество микроповреждений снижается. Дробление зерна с уменьшением влажности увеличивается. Это объясняется тем, что с уменьшением влажности зерна изменяется его внутренняя структура, и оно имеет большую трещиноватость от воздействия силовых нагрузок.

Многочисленными исследованиями И.В. Захарченко [47], И.Н. Легнького [69], А.Н. Пугачева [105], А.П. Тарасенко [134], Н.Д. Bunch [187], М.Д. Evans [191] было установлено, что влажность зерна при уборке всех зерновых культур

неодинаково влияет на повреждения. При обмолоте сухих семян с влажностью 10 % и менее сильно увеличивается дробление. С увеличением влажности дробление уменьшается, плющение и внутренние микроповреждения возрастают [193, 203, 205]. Поэтому при оценке влияния влажности зерна на количество его механических повреждений необходимо учитывать все виды повреждения.

Если влажность зерна повышена, то зародыш и его оболочки достаточно упруги и под действием удара и трения не дают достаточной деформации. В опытах А.Н. Пугачева [106], было установлено, что при обмолоте озимой пшеницы комбайном СК-3 увеличение влажности с 17,7 до 26,9 % вызывает возрастание микроповреждений с 39,6 до 49,5 % и снижение макроповреждений с 0,86 до 0,42 % за счет уменьшения дробления. Однако плющение зерна повысилось с 0,2 до 0,28 %. Аналогичная закономерность отмечена и при обмолоте озимой ржи.

А.А. Ловчиков [81, 82] сделал вывод, что повышение влажности семян зерновых культур в период уборки до 16–17 % благоприятно воздействует на зерно, при обмолоте хлебной массы комбайнами – микроповреждения уменьшаются, так как образуется минимальная величина коэффициента микроповреждений зерна $K_{мп} = 0,38$. Затем микроповреждения зерна растут с увеличением продолжительности уборочного периода из-за уменьшения влажности.

В период уборки урожая зерновых на микроповреждения оказывает влияние суточный режим загрузки зерноуборочных комбайнов. Минимальная величина микроповреждений зерна при обмолоте хлебной массы комбайнами проявляется в 14.00 и в 18.00 часов. Снижение влажности зерновых культур до минимальной (15 %) приводит к росту микроповреждений зерна, с увеличением продолжительности работы комбайнов в пределах суток микроповреждения зерна резко возрастают.

Существует оптимальная влажность зерна, когда оно меньше всего получает механические повреждения. С уменьшением и увеличением влажности от этого предела механические повреждения возрастают. Однозначную рекомендацию об оптимальном значении влажности при обмолоте дать нельзя,

так как сказываются видовые и сортовые особенности культуры. Но можно уверенно назвать диапазоны влажности, при которых получают минимум механических повреждений при обмолоте. Обмолот зерновых культур лучше производить по результатам исследований И.В. Карповича [57] при влажности зерна 17–20 %, А.Н. Пугачёва [105] – 12–22 % и т.д. По данным П.Н. Шибаета наименьшее количество механических повреждений семян пшеницы получают при влажности зерна 15–23 % [179]. Подобные результаты были установлены и в других опытах. Следовательно, имеется определенный интервал оптимальной влажности семян для обмолота, при котором механические повреждения минимальны.

На прочность зерновки влияет и температура. Опыты, проведенные М.А. Харлан [162] и K.S. Ting [223] в температурном диапазоне от +30 °С до –30 °С показывают, что прочность зерновки уменьшается с понижением температуры, зерновка становится хрупкой. При температуре ниже нуля зерно становится ломким. Свободная влага, всегда имеющаяся в порах, капиллярах и межклеточных пространствах зерна, превращается в лед, и, расширяясь, ослабляет структуру зерна.

Уборочные машины по мнению И.А. Чудина [172, 173] наносят механические повреждения семенам потому, что они либо конструктивно несовершенны (с точки зрения воздействий на семена), либо потому, что нарушается технология эксплуатации.

Причина механических повреждений зерна уборочными машинами лежит в самом процессе обмолота, что подтверждается в работах Н.Л. Венджиева [20], Н.И. Шабанова и Т.В. Субботы [174]. Технологический процесс обмолота барабанными устройствами рассчитан на полное выделение всего зерна из колосьев за один прием. С этой целью молотильному барабану сообщают высокие окружные скорости (30–36 м/сек.), при относительно узких зазорах между бичами барабана и планками подбарабанья. Этим достигают практически полный вымолот зерна из колоса.

Основная причина механических повреждений зерна при обмолоте в нормальных условиях – неправильная частота вращения молотильного барабана.

Эта частота обуславливает величину двух показателей: потери зерна от недомолота и механические повреждения. По данным З.М. Калошиной [56], Е.С. Новак [88], Э.Г. Нуруллина [89], А.А.Панова [96] и Р.С. Arnold [183] с увеличением частоты вращения барабана потери зерна от недомолота снижаются, а количество механических повреждений возрастает. Снижение частоты вращения барабана даже в пределах оптимальных границ, рекомендуемых для данной культуры, приводит к уменьшению механических повреждений.

Наиболее чувствительны к изменениям частоты вращения барабана зернобобовые. Увеличение частоты вращения барабана свыше 600 об/мин. вызывает резкий рост (в 1,5 раза) механических повреждений даже при влажности (20 –22 %). Рекомендуемая частота вращения барабана по разным данным [41, 82, 104, 139] при уборке семенных посевов зерновых культур – 800–900 об/мин, для зернобобовых и крупяных 400–500 об/мин.

Режим работы молотильного аппарата характеризуется величиной подачи скошенной массы. Увеличение или уменьшение подачи хлебной массы без изменения технологических регулировок молотильного устройства увеличивает механические повреждения семян. При заниженной подаче скошенной массы появляется возможность большего воздействия рабочих органов на семена, так как предохранительное действие растительной массы уменьшается. По данным А.Ф. Путинцева [110] и В.П. Пьяных [111] возрастание подачи массы, больше установленной для определенной конструкции комбайна, повышает механические повреждения семян вследствие увеличения механических воздействий из-за переполнения молотильных зазоров и уменьшения их сепарации через подбарабанье.

На величину подачи хлебной массы влияет и скорость движения комбайна [139]. Зная, что перегрузка молотилки вызывает повышенные потери, комбайнеры работают на более низких скоростях движения, чем это допустимо оптимальным режимом работы молотилки. Вследствие этого скорость и величина подачи хлебной массы уменьшается, а количество механических повреждений от взаимодействия с рабочими органами молотилки увеличивается.

На количество механических повреждений также влияет способ уборки. По данным О.А. Федоровой [158], отдельная уборка по сравнению с прямым комбайнированием позволяет уменьшить общее количество всех типов механических повреждений зерна в 2–3 раза. И.В. Захарченко [47], И.Н. Легенький [69], М.А. Липовский [71], Л. Шпскас [182], М.Р. Paulsen [212] и другие ученые [51] также отмечали общую тенденцию уменьшения повреждения зерна при отдельной уборке, объясняя это в первую очередь уменьшением влажности зерна.

Послеуборочная подработка также может привести механическим повреждениям семян. По мнению В.Н. Мякина [86], Р.А. Тарасенко [141] и Д. Шпаара [181] при очистке, сортировании, сушке, а также транспортировании зерно подвергается механическим повреждениям и в ряде случаев больше, чем при обмолоте его комбайнами. Однако при выборе технологических схем послеуборочной обработки зерна степень его механических повреждений редко учитывают [221, 225].

При исследовании зернотока в семеноводческих хозяйствах Т. Бедыч [13], А.И. Бурков [16], А.М. Гимадиев [22] и Е.Ю. Раенко [112] установили, что зерноочистительные машины, имеющие триеры, повреждают семена сильнее, чем очистители вороха. Установлено, что семенное зерно пшеницы при обработке на механизированном току повреждалось приблизительно так же, как и при уборке комбайном [146].

Семена ячменя при обмолоте комбайном повреждаются на 64,7 %, а когда их пропускают через ворохоочиститель, повреждение семян достигает 66 %. При последующей очистке на зерноочистительной машине и зерносушилке происходит повышение количества повреждений до 76,7 %, из них семян с поврежденной оболочкой зародыша – 15,7 % [90, 152].

Чтобы довести семена до кондиционных требований, хозяйства вынуждены иной раз пропускать зерно через очистительные и сортировочные машины 2–3 раза, из-за чего увеличивается количество механических повреждений зерна [161].

В других многочисленных исследованиях ученые Д.А. Деревянко [34], В.Н. Мякин [86], В.И. Оробинский [92], В.И. Пахомов [97], А.П. Тарасенко [137, 138], Р.А. Тарасенко [142, 143], В.В. Троценко [149, 151], Л.В. Фадеев [155, 156] и С.В. Чернышов [168] утверждают, что следует регулировать очистительные машины так, чтобы обеспечить наиболее полное отделение примесей и выделение хозяйственно ценной фракции семян при меньшем количестве обработок.

В настоящее время метод аэродинамического разделения сыпучих материалов по удельной массе является одним из самых эффективных технологических процессов при подготовке посевного материала и продовольственного зерна.

Машина «Алмаз» и другие сортировальные механизмы с подобным принципом работы позволяют сепарировать исходный материал по удельной массе с высокой точностью. «Алмаз» имеет перед существующими сепараторами и очистительными машинами значительные преимущества [14, 17]:

1. За один проход способна производить предварительную, первичную и вторичную очистку вороха и одновременную сепарацию зерна по удельной массе (натуре), отбирая биологически ценное, однородное зерно, имеющее максимальную энергию прорастания и всхожесть.

2. Не наносит механических повреждений зерну, поскольку процесс очистки и сепарирования происходит в воздушном потоке без участия решет. Кроме того, высота и скорость падения зерен удовлетворяют научнообоснованным рекомендациям.

3. Не требует дорогостоящего квалифицированного периодического обслуживания, нет необходимости в подборе и замене решет под каждую культуру в тщательной зачистке машины после каждой культуры.

4. Высокие технологические возможности -машины «Алмаз» способны:
 - выделить из общего вороха наиболее жизнеспособные, продуктивные зерна;
 - выделить зерна пшеницы, обладающие повышенным содержанием клейковины, за счет выделения зерна с наибольшим удельным весом во 2 и 3-ю

фракцию. В первую фракцию попадают тяжелые примеси (камни, склеротии), в 4 и 5-ю – семена с наименьшим удельным весом.

- отделить зерна, пораженные клопом-черепашкой и долгоносиком;
- позволяет снизить влажность зерна на 2 % за проход;
- повысить классность зерновой массы (отбирая фуражную фракцию);
- обрабатывать практически все виды сельскохозяйственных культур (мелкосемянных и крупносемянных).

По подобному принципу работают и такие машины, как сепаратор аэродинамический – САД (ООО Аэромех, Украина), сепаратор пневматический сортировальный – СПС-10 (Воронежсельмаш) [14, 15].

При сушке зерно повреждается по двум причинам: от перемешивания в сушилке при соприкосновении с рабочими органами и от воздействия теплоносителя за счет изменения влажности. В этом случае в зерне появляется внутренняя трещиноватость или растрескиваются покровные ткани.

Большое влияние на количество механических повреждений семян оказывает температурный режим сушки. К такому выводу пришел в опытах с семенами пшеницы М. Тилебейн [148]. Чем крупнее семена и высокая их влажность, тем выше температура теплоносителя, и тем больше трещин появляется в семенах. При сушке зерна в эндосперме образуются внутренние трещины, а следовательно, снижается механическая прочность зерна при дальнейших операциях. Зерно легче повреждается, снижаются его посевные качества и стойкость при хранении. У злаков обычно трещины эндосперма без нарушения оболочек.

В системе послеуборочной обработки зерна немалое значение имеет транспортировка [99, 169]. Согласно работам В.И. Анискина [4] в машинах для послеуборочной обработки зерна имеются различные транспортирующие устройства: механические, пневматические и самотечные. Механические – норрии (элеваторы) ковшовые, скребковые элеваторы, шнеки, ленточные транспортеры гладкие и скребковые. Пневматические транспортеры могут быть горизонтальными, вертикальными и комбинированными. Самотечные транспортирующие средства

могут быть в виде трубопроводов, скатных досок или лотков, бункеров-накопителей со свободным перемещением зерновой массы.

Основной переменный фактор при эксплуатации транспортирующих устройств – их производительность. Исследователями В.И. Пахомовым [98], В. Тимчук [144], Л.В. Фадеевым [153], С.В. Чернышовым [169] и F. Shahbazi [215] установлено, что производительность нории оказывает значительное влияние на количество механических повреждений при перемещении зерна. Чем больше производительность, тем меньше дробление и повреждение зерна норией. Выявленная закономерность сохраняется и при различной влажности зерна, и разном количестве пропусков. Такие результаты объясняются тем, что с увеличением объема транспортируемого зерна уменьшается количество его контактов с рабочими органами транспортирующих устройств [222, 224].

Совершенно не повреждающих семена агрегатов нет. В том числе и различные высевающие аппараты в различной степени повреждают зерно. Механические повреждения семян при высеве должны быть минимальными. Агротехнически допустимое механическое повреждение семян при посеве зерновых культур не более 0,3 %, и зернобобовых – 1 % [4].

А.Н. Пугачёв [107] отмечал, что семенам пшеницы при посеве наибольшее количество механических повреждений (до 16 %) наносит катушечный высевающий аппарат. Наличие на высевающих аппаратах неровностей, острых краёв, заусениц увеличивает возможность повреждения семян.

Комплексные показатели, характеризующие одновременно работу высевающих аппаратов и сошников – полевая всхожесть и равномерность распределения всходов по площади поля. На эти показатели влияют не только качественное выполнение технологического процесса, но и количество механически поврежденных семян в посевном материале, что подтверждается в работах М.К. Фирсовой [42], Н.К. Ижика [50] и И.Г. Строны [126, 130].

Таким образом, многими авторами отмечено влияние большого числа причин и факторов, вызывающих механические повреждения семян. Полностью избежать механических повреждений семян невозможно. Однако снизить

количество механических повреждений в семенном материале можно. Для регулировки причин и факторов травмирования, прежде всего, необходимо знать о последствиях механических повреждений семян, об их влиянии на посевные качества и урожайные свойства семян различных сортов и культур, будут показаны в нашем экспериментальном материале.

1.4 Влияние механических повреждений на посевные качества семян и урожайность

Роль качества семян в повышении урожайности сельскохозяйственных культур велика. Потому не случайно ГОСТами на семена зерновых культур предъявляются высокие требования к их посевным качествам.

Воздействие механических повреждений семян на лабораторную всхожесть и энергию прорастания

Важнейшим качественным свойством семенного материала является всхожесть. Механические повреждения семян, даже только их оболочек, облегчают проникновение к питательным веществам семени микроорганизмов, способствующих развитию патогенной микрофлоры. Согласно данных А.Н. Астапенко [8], А.М. Гречанюк [29], М.К. Фирсовой [42], О.П. Подъяпольской [101], В.Ф. Русских [119], Л.Н. Титенок [145], В.И. Хатнянского [163], С.А. Чазова [167], С.М. Christensen [189, 189] и F.S. Mitchel [207] поврежденные семена имеют повышенную энергию дыхания, на них интенсивно развиваются хлебные клещи и микроорганизмы. Все это приводит к снижению всхожести во время хранения.

Лабораторная всхожесть семян изменяется под воздействием различных типов травм. Повреждение оболочек зародыша может оказывать различное влияние. Так, у овса, яровой пшеницы повреждение оболочек семян вызвало снижение лабораторной всхожести. У озимой ржи и кукурузы лабораторная всхожесть травмированных семян повысилась соответственно на 2 и 1 % [145].

Повреждение же зародыша у всех культур резко снизило лабораторную всхожесть семян.

И.Г. Строна писал: «Как отмечал Л.Е. Штейнлухт, повреждения зерна вызывают понижение всхожести твердых пшениц в лабораторных условиях до 68 %, развитие плесени при проращивании даже в термостатах, развитие клещей во время хранения и резкое понижение всхожести при протравливании». Цит. по: Строна И.Г. Травмирование семян и его предупреждение. М.: Колос. - 1972. С.63 [148].

Показатель лабораторной всхожести дополняют определением энергии прорастания. По сведениям Е.В. Демиденко [33], М.Г. Николаевой [87], Ф.Э. Реймерс [114] и Т.В. Суббота [132] энергично прорастающие в лаборатории семена лучше используют почвенную влагу при посеве и быстрее всходят в поле. Они образуют крепкие растения, способные переносить неблагоприятные условия произрастания, противостоять заболеваниям и вредителям, и имеют, поэтому высокую выживаемость .

По данным Ф.М. Куперман [67], М.Г. Николаева [87], энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян с разными типами травм различны. В её опытах у деформированных семян были минимальные показатели энергии прорастания (12–15 %) и лабораторной всхожести (33–51 %). У семян с поврежденным зародышем наблюдалась аналогичная картина по энергии и всхожести 14–17 % и 42 % соответственно. Семена с повреждениями эндосперма и оболочки над зародышем по этим показателям от целых семян отличались незначительно.

В исследованиях И.Н. Легенького [70] отмечено влияние типа повреждения семян на лабораторную всхожесть. Он указывает, что более резкое снижение лабораторной всхожести (с 98 до 47 %) наблюдается при повреждении зародыша при раздельном способе уборки. При уборке однофазным способом лабораторная всхожесть семян с разными типами травм была выше (98–61 %), и только семена с поврежденным зародышем снизили лабораторную всхожесть до 47 %.

По данным А.И. Апрода [5] трещины в эндосперме риса не оказывают влияния на энергию прорастания и лабораторную всхожесть. Однако, данный тип повреждений особенно опасен для производства, так как резко снижается полевая

всхожесть (на 10–20 %), при этом контрольно-семенные лаборатории выдают документы об их полной кондиционности.

В опытах С.А. Чазова [165] с зерновыми культурами типы механических повреждений семян по-разному сказывались на энергии и лабораторной всхожести. Так, у озимой ржи Вятка повреждение оболочки зародыша привело к повышению энергии прорастания и лабораторной всхожести по сравнению с целыми семенами на 2,5 и 2 % соответственно. У яровой пшеницы Скала наблюдалось повышение энергии прорастания, но при этом лабораторная всхожесть была ниже, чем у целых семян. Самая низкая энергия и лабораторная всхожесть наблюдалась у семян с повреждениями зародыша 58 и 73 % соответственно.

Как отмечал И.Г. Строна [129] исследования, проведённые кафедрой селекции и семеноводства полевых культур Ленинградского сельскохозяйственного института, показали, что семена ячменя с микроповреждениями эндосперма и зародыша даже в лабораторных условиях имеют низкие посевные качества. По сравнению с целыми у семян с микроповреждениями эндосперма была ниже энергия прорастания на 10 % и лабораторная всхожесть – на 9 %. Ещё ниже эти показатели у семян с микроповреждениями зародыша (энергия прорастания снижается на 26 %, лабораторная всхожесть – на 14 %).

В опытах Л.П. Кокиной [59] показано, что макро- и микроповреждения по-разному сказывались на показателях качества семян. В большинстве случаев семена с макро- и микротравмами достоверно снижали лабораторную всхожесть на 27,2 и 6,4 % соответственно.

Исследования Г.Б. Ермилова [39] с зерном кукурузы показали, что поврежденные семена в первые три дня после повреждения интенсивнее поглощают воду, быстрее набухают и прорастают, но затем процесс затухает, и эти семена отстают в развитии от целых.

Р.А. Тарасенко указывал: «По данным Л.С. Вортман и Е.Г. Ринке снижение всхожести семян кукурузы вызывалось повреждениями всех типов. Наибольшее снижение наблюдалось при открытых трещинах в оболочке на лицевой

поверхности зародыша, закрытые трещины оказывали меньшее влияние. Повреждения рогового эндосперма были сравнительно безвредными». Цит. по: Тарасенко Р.А. Снижение травмирования семян путем совершенствования процесса их послеуборочной обработки. Воронеж, 2006. С. 43.[142].

Т.В. Суббота были проведены исследования посевных качеств семян сортов озимой пшеницы с разной степенью механических повреждений в южной зоне Ростовской области [131]. Изучалось 14 сортов озимой пшеницы межстанционного сортоиспытания ВНИИСЗК. Определялись лабораторная и полевая всхожесть семян, степень повреждения различных частей семени при обмолоте, сила роста семян в почве. Из данных исследований установлено, что сорта характеризовались разной степенью повреждения во время уборки. Повреждение оболочек зародыша вартировало от 37 % у Тарасовской 29 до 88 % у Мироновской юбилейной. Более резко на механические повреждения отреагировал сорт Амфидиплоид 206, у которого количество микроповреждений оболочек составило 80 %, что вызвало снижение лабораторной всхожести семян до 87 %. Лабораторная всхожесть по остальным сортам варьировала от 92 до 99 %.

Итак, мнения авторов о влиянии механических повреждений на энергию прорастания и лабораторную всхожесть не однозначны. Хотя многие из них и отмечают, что энергия прорастания и лабораторная всхожесть зависят от характера повреждения и длительности хранения. Для полной картины влияния травм на качество семян необходимо исследовать силу начального роста семян.

Механические повреждения и сила начального роста семян

Силу роста определяют с целью уточнения способности проростков пробиваться на поверхность почвы при заделке семян на определенную глубину. В работах И.Н. Легенького [70], Б.С. Лихачева [72], Н.В. Прикладова [103] рассмотрены случаи, когда при определении силы роста в почве семена заделывают на ту же глубину, что и в поле, таким образом можно получить результаты анализа

силы роста близкие к полевой всхожести. Сила роста семян является одним из важных показателей их жизнеспособности и оказывает большое влияние на последующий рост и развитие растений, а также позволяет выявить скрытые дефекты семенных партий [11, 222].

Исследованиями Т.В. Суббота [132] были определены условия применения почвенного теста для определения силы роста семян при использовании почвы предкавказского карбонатного чернозема. Автором было установлено, что дружное появление проростков (скорость прорастания не более 5 суток) обеспечивала влажность почвы 40–60 % от полной влагоемкости. Наибольшее количество ростков и лучшее их развитие наблюдалось при влажности почвы 50 % от полной влагоемкости. Влажность почвы 35 % от полной влагоемкости увеличивала период появления ростков на поверхности почвы до 21 дня. Именно при этой влажности почвы проявились сортовые особенности семян пшеницы и было выявлено отрицательное влияние механических повреждений на прорастание семян. Сила роста изучаемых сортов составила 78–67,5 %. Поэтому именно различную степень увлажнения почвы при использовании почвенного теста Т.В. Суббота рекомендует для выявления степени влияния механических повреждений на прорастание семян. В этих же опытах проращивание поврежденных семян озимой пшеницы при пониженных температурах 7–10 °С увеличивало период прорастания и резко снижало количество появляющихся проростков.

По мнению К.Я. Калашникова [54], Б.С. Лихачева [75, 79], А.П. Стаценко [124] и других авторов быстро проросшие семена всегда имеют преимущества при одинаковой лабораторной всхожести, так как чем более длительное время семена находятся не проросшими в почве, тем больше опасность влияния отрицательных почвенных и погодных факторов, поражения почвообитающими возбудителями болезней и вредителями.

Механические повреждения семян и полевая всхожесть

Полевая всхожесть – это количество появившихся всходов, выраженное в процентах к количеству высеянных всхожих семян. Она почти во всех случаях ниже лабораторной. Согласно данным таких исследователей, как В.А. Азин [3], Г.Б. Ермилов [39], Н.К. Ижик [49], З.М. Калошина [52], Н.Н. Кулешов [63], Ф.М. Куперман [66], А.Ф. Путинцев [110], J.D. Atkin [184] и L.Bourgeois [186] отмечено, что сведения о связи между механическими повреждениями, энергией прорастания и лабораторной всхожестью противоречивы, но в вопросе влияния механических повреждений на полевую всхожесть они отмечают резкое её снижение у поврежденных семян.

Н.Н. Кулешовым [62] на яровой пшенице было установлено, что величина полевой всхожести тесно связана с лабораторной всхожестью семян. При лабораторной всхожести 94, 90, 89, 80 % полевая всхожесть составляла соответственно 82, 68, 67, 57 %.

Американские исследователи на сортах ячменя с практически одинаковой лабораторной всхожестью наблюдали резкие колебания в полевой всхожести семян от 23 до 80 % [194, 226]. Как отмечал В.В.Шелепов: «В исследованиях с яровой пшеницей, проведённых в Мироновском НИИССП им. В.Н. Ремесло, авторы также обращают внимание на резкое снижение полевой всхожести поврежденных семян при высоких показателях лабораторной всхожести и энергии прорастания (от 68 до 84 %)». Цит. по: Шелепов В.В. Сила начального роста и полевая всхожесть семян озимой пшеницы и разработка некоторых приемов их повышения в условиях степи. Харьков, 1966. С. 4.[177].

По сведениям Н.К. Ижика [50] даже у семян с высокой лабораторной всхожестью полевая всхожесть на 5–10 % ниже. У семян с низкой лабораторной всхожестью разница может достигать 20 % и более. Если полевую всхожесть озимой пшеницы в среднем считают около 75 %, то снижение ее против лабораторной всхожести составляет 25%. Еще хуже обстоит дело с яровой пшеницей по ней разрыв между лабораторной и полевой всхожестью может

составлять до 40 %. В исследованиях Ф.М. Куперман [66] полевая всхожесть травмированных семян озимой и яровой пшеницы была на 18–44 % ниже всхожести целых, полевая всхожесть которых составила 98 %.

По данным Т.В. Суббота [132] сорта озимой пшеницы с разной степенью механических повреждений семян во время уборки снижали полевую всхожесть при посеве по пару с 87 до 66 %.

Следует отметить, что при неблагоприятных условиях прорастания в период посев–всходы поврежденные семена снижают всхожесть больше, чем целые [175]. Так исследованиями Н.К. Ижика [50] установлено, что некоторые механические повреждения, не воздействуя на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян, заметно уменьшают число проростков и число растений в поле. По его мнению причины низкой полевой всхожести заключаются в следующем:

1. Открытые повреждения семян увеличивают пораженность их в почве грибами и бактериями.
2. Нарушается деятельность ферментной системы, регулирующей процессы дыхания и гидролиза в семенах. Росток повреждённых семян вначале растёт быстро, затем coleoptиле останавливается в росте, лист разрывает его сбоку и на поверхность почвы не выходит.
3. При повреждении спинной части эндосперма теряется геотропическая и фототропическая ориентация проростка, и он закручивается в почве.

Ф.М. Куперман [66] в своих исследованиях снижения полевой всхожести поврежденных семян видит две причины:

1. Ростки поврежденных семян изгибаются в различных направлениях, скручиваются штопором, очень медленно растут и плохо используют запасы питательных веществ зерновки. Это основная причина, поскольку такие проростки даже не достигают поверхности почвы.
2. Микроорганизмы проникают в повреждения во время хранения и в период прорастания. Они используют питательные вещества зерновки и поражают проростки.

Это подтверждается и исследованиями ВНИИ риса А.И Апродом [5]. Проблема полевой всхожести семян этой культуры является одной из главнейших: механические повреждения оказывают особенно сильное отрицательное влияние, так как семена риса длительное время лежат в переувлажненной почве. Полевая всхожесть целых семян при этом составляет 60 %, а у семян с трещинами – 39,3 %, то есть снижается более чем на 20 %.

Следует отметить, что подработанный посевной материал всегда содержит какое-то количество дроблёных семян, при этом существует зависимость полевой всхожести от количества битых семян. Так, по данным И.Г. Строна [127], чем выше процент битых семян в посевном материале, тем ниже полевая всхожесть (рисунок 2).

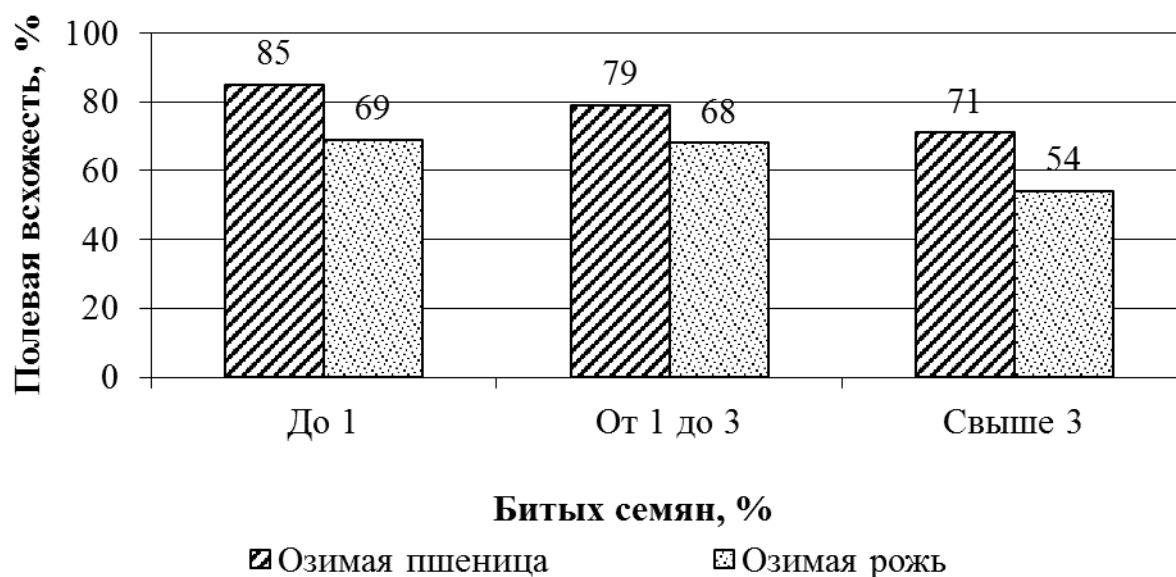


Рисунок 2 – Зависимость полевой всхожести от количества битых семян, %[127]

Особенно сильно реагирует на это озимая рожь по сравнению с озимой пшеницей, так как у ржи более тонкие оболочки, а острые края битых семян могут увеличивать число микротравм при перемещении семян.

Большое агрономическое значение повышения полевой всхожести семян заключается в том, что с её повышением увеличивается число (густота) растений. Также существенное влияние полевая всхожесть оказывает на формирование и таких элементов урожая, как число растений, сохранившихся к уборке, число

плодоносящих стеблей. Механические повреждения семян, осложняя прорастание семян, снижают полевую всхожесть и урожайность. Причем по мнению И.Г. Строны [127] урожайность уменьшается за счет снижения не только густоты растений, но и их продуктивности.

Механические повреждения и урожайность

По мнению многих исследователей, посев поврежденными семенами резко снижает урожайность культур. Считается, что снижение полевой всхожести на 1 % приводит к сокращению урожайности яровых зерновых культур на 1,5–2 %, а озимых – на 1–1,5 % [128, 148].

В опытах Уральского научно-исследовательского института сельского хозяйства при посеве семян с поврежденным зародышем урожайность была меньше: у яровой пшеницы – на 6–14 %, у ячменя – на 18 %, у ржи – на 25 %, чем урожайность этих культур при посеве не травмированных семян [56]. Часть поврежденных семян прорастают, но растения развиваются слабо, многие из них за период вегетации выпадают, создавая ещё большую изреженность, а продуктивность оставшихся растений резко снижается. По данным И.А. Чудина [170] в условиях Урала каждый процент микротравм в посевном материале ведет к снижению урожая для пшеницы, ячменя и овса – в среднем на 7,6 кг с гектара.

По сведениям Ф.М. Куперман [67] при высева сильно поврежденных семян урожай получается в 2–3, а иногда и в 5 раз ниже, чем при высева целых семян. По данным Научно-исследовательского института сельского хозяйства Центральных районов Нечернозёмной зоны в опытах П.Н. Шибаета [179] семена яровой пшеницы с поврежденным зародышем давали урожай в 2,5 раза меньше, чем целые семена, а с поврежденным эндоспермом – в 2 раза.

Целый ряд исследователей, как Н.К. Ижик [50], Р.О. Королева [60], И.А. Ляпкосова [83], И.А. Пехальский [100], В.Ф. Русских [118], В. Хлебный [164], И.А. Чудин [170] и другие основной причиной снижения урожайности при севе поврежденными семенами считают снижение их полевой всхожести. По расчетам

И.Г. Строны [128], если весь недобор урожая от травмирования принять за 100 %, то роль отдельных факторов различна (рисунок 3).



Рисунок 3 – Причины снижения урожайности при посеве поврежденными семенами, %[128]

Приведенные данные показывают, что снижение урожайности в большей степени вызывается снижением полевой всхожести поврежденных семян у озимых культур – на 57 %, у яровых – на 69 %. Это означает, что при средней норме высева 2 ц/га в почве погибает примерно 30–40 кг семян, в результате чего стеблестой получается изреженный [151]. Но, поскольку снижается полевая всхожесть и за период вегетации ослабленные растения выпадают, возникает изреженность и резко снижается продуктивность оставшихся растений. Вот почему, высевая по 550 шт/м² всхожих семян, к уборке нередко получаем с учетом кустистости растений всего 250–300 и только в отдельных случаях 400 колосьев на 1 м².

Урожайность зависит также от вида нанесенных повреждений, о чем свидетельствуют данные Г.Б. Ермилова [38]. Различные виды травм семян кукурузы неодинаково влияют на урожайность зерна (таблица 1). Степень влияния зависит от сортовых (гибридных) особенностей культуры. Так на урожайность гибрида ВИР 25 все изучаемые виды повреждений оказывают более заметное влияние, чем на гибрид Буковинский 3. Причем микротравмы зародыша

вызывали более сильное снижение урожайности на 7,3 и 6,4 ц/га по сортам соответственно. Микроповреждения эндосперма хотя и снижали урожайность, но отклонения от контроля были меньше чем при других видах травм.

Таблица 1–Урожайность кукурузы в зависимости
от различных повреждений, ц/га [38]

Повреждения	Гибрид ВПР 25		Гибрид Буковинский 3	
	урожайность	отклонение от контроля	урожайность	отклонение от контроля
Микротравмы зародыша	25,0	7,3	23,8	6,4
Микроповреждения эндосперма	29,7	2,6	28,5	1,7
Макроповреждения эндосперма	26,8	5,5	26,0	4,2
Внутренние трещины	28,3	4,0	26,9	3,3
Целые семена (контроль)	32,3	-	30,2	-

Исследования С.З. Манойлиной [84] показали, что при посеве сои поврежденными при обмолоте семенами снижение урожайности вызывалось изреженностью стеблестоя и уменьшением продуктивности растений. Наличие в семенном материале поврежденных семян (14 %) снижает урожайность сои на 1,5 ц/га по сравнению с целыми семенами, а поврежденные семена дают меньший урожай, чем целые на 35 %, или на 4,6 ц/га.

Подобные результаты получены и во ВНИИ риса [5]. При посеве трещиноватых семян продуктивность растений составляет 70 % по сравнению с продуктивностью целых семян. При посеве трещиноватыми семенами продуктивная кустистость риса снижалась на 11 %. Масса зерна полученного из целых семян на 1 м² – 1073г, у семян с трещинами – 748г.

Некоторые исследователи отмечали ухудшение качества зерна выращенного из поврежденных семян. А.Н. Пугачев писал «М.И. Терентьева установила, что качество зерна полученного от растений, выросших из механически поврежденных семян, значительно ниже качества зерна от растений, выросших из неповрежденных семян (контроль). Снижение массы 1000 семян по озимой ржи

составило 14–17,4 %, по яровой пшенице 9,8–11,9 %. Зерно не выравненное по размерам и отличалось повышенной зольностью. Исследование мукомольных и хлебопекарных свойств показало, что качество зерна, выращенного из поврежденных семян значительно ниже по сравнению с качеством зерна из целых семян». Цит. по: Пугачев А.Н. Повреждение зерна машинами. М., 1970. С. 159 [106].

Анализ состояния вопроса позволяет заключить, что многие исследователи указывают на отрицательное влияние травмирования семян на их посевные качества, полевую всхожесть, выживаемость растений и урожайность. Следовательно, механические повреждения зерна могут давать прямые и косвенные потери (перерасход семенного материала из-за пониженных посевных качеств, снижение урожайности и товарных качеств зерна). По многим вопросам влияния механических повреждений семян на посевные качества мнения авторов расходятся, так как в значительной степени механические повреждения зависят от культуры, сорта, почвенно-климатических и других условий. Партии семян с высокой степенью механических повреждений нестабильны, то есть даже слабо неблагоприятные условия могут способствовать развитию инфекции, потере жизнеспособности семян. При хранении – возникают потери из-за интенсивного дыхания и активного развития бактерий, плесеней и вредителей. При переработке зерна – снижается качество продукции, уменьшается её выход, возрастает количество отходов.

Из вышеизложенного следует, что влияние механических повреждений на посевные качества семян многогранно и неоднозначно. Целесообразно выяснить, как влияют эти повреждения на посевные качества семян сортов основной культуры юга России – озимой пшеницы.

ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 2009–2011 гг. и 2019–2020 гг. в южной зоне Ростовской области г. Зернограде. Реакцию сортов озимой пшеницы на механические повреждения семян, получаемые во время уборки, изучали при проведении лабораторных анализов и в модельных полевых опытах. Опыты 2009 – 2011 гг. закладывали на базе Азово-Черноморского Инженерного Института ФГБОУ ВО Донского ГАУ, в 2019–2020 гг. - на базе ФГБНУ "АНЦ "Донской".

2.1 Почвенно-климатические условия в зоне проведения исследований

Почвы опытного участка. Рельеф полей, преимущественно ровный с пологими склонами южного и северного направления. Почва опытного участка согласно классификации Е.В.Агафонова и Е.В. Полуэктова [1] – чернозем обыкновенный карбонатный мощный кратковременно промерзающий тяжелосуглинистый. Обыкновенные черноземы характеризуются наличием мощного гумусового слоя, высокой карбонатностью. Реакция почвенного раствора слабощелочная 7,1–7,5 рН в солевой вытяжке. Сумма поглощенных оснований 33–39 мг/экв. на 100 г почвы с преобладанием кальция. Поглощенного натрия очень мало 0,5–1,5 % от емкости поглощения. По гранулометрическому составу почвы глинистые и суглинистые имеют мелкозернистую структуру, рыхлое сложение, легко поддаются обработке. Они обладают хорошей воздухопроницаемостью и влагоемкостью, способны накапливать большие запасы влаги.

Структурный анализ показывает большую распыленность пахотного слоя с преобладанием зернистых и мелкозернистых структурных элементов в подпахотном горизонте. Общая скважность горизонта A_0 – 61 %, скважность аэрации – 43,6 %.

Содержание общего азота в горизонте А – 0,23–0,26 %, а общий запас его равен 20–30 т/га, то есть высокая обеспеченность почвы запасами общего азота. В то же время рано весной и в засушливые периоды растения испытывают азотное голодание. Содержание подвижного фосфора небольшое – 15–28 мг/кг

почвы, хотя валовое содержание его значительно – 0,18–0,24 %. Несмотря на большое количество обменного калия (280–350 мг/кг почвы), многие культуры положительно реагируют на внесение калийных удобрений в сочетании с азотными и фосфорными.

Почвы опытного участка обладают нейтральной реакцией (таблица 2), хорошей структурой и воздухопроницаемостью, высокой насыщенностью органическими и минеральными веществами и при сочетании оптимальных температур и влажности создаются хорошие условия для получения высоких урожаев озимой пшеницы.

Таблица 2– Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Горизонт, глубина отбора, см	рН _{КСl}	Гумус, %	Содержание, мг/кг		
			N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
A _{пах} 0–25	7,0	3,28	7,0	28,5	350
A _{подпах} 25–45	7,0	2,98	6,3	15,2	280
B 45–100	7,1	1,84	5,2	3,8	188
C 110–200	7,1	0,63	2,5	следы	106

Климатические условия. По данным А.А. Гриценко [31] климат Зерноградского района Ростовской области носит резко континентальный характер. Среднее годовое количество осадков составляет 450–500 мм и имеет их неравномерное распределение в течение года. За вегетационный период выпадает обычно 250–290 мм осадков, в летний период преимущественно в виде ливней, иногда с градом.

Континентальность проявляется также и в резких колебаниях температур с низкой относительной влажностью воздуха. Согласно данных справочника Агроклиматические ресурсы Ростовской области [2] сумма среднесуточных температур за период вегетации растений составляет 3200–3400 °С. Сочетание недостаточного количества осадков с высокими температурами определяет сухость воздуха и почвы в летний период, частую повторяемость засух

и суховеев. С апреля по октябрь обычно наблюдается 60–65 суховейных дней. Продолжительность безморозного периода составляет 180–190 дней.

Осень наступает во второй половине сентября. Первая половина её теплая, сухая, но к концу месяца отмечается выпадение осадков. Сентябрь чаще всего бывает засушливым, когда по среднегодовым данным отмечается всего 42,3 мм осадков (приложение 1). В результате часто приходится переносить сроки посева озимых на более поздний период, особенно по непаровым предшественникам. В такие годы многие сельскохозяйственные культуры, попадая в неблагоприятные условия, резко снижают урожайность и качество производимой продукции.

Зима относительно тёплая, средняя месячная температура воздуха января минус 3,8 °С (приложение 2). Снежный покров непостоянен и впервые появляется в конце ноября – начале декабря, накоплению большого количества снега препятствуют частые оттепели. При заморозках температура воздуха может опускаться до - 20...- 25 °С, а промерзание почвы на юге до 24–40 см. При отсутствии снежного покрова это вызывает повреждение озимых. Заморозки возможны до первой декады апреля.

Весна наступает во второй половине марта и характеризуется быстрым ростом температуры с 2,0 °С в марте до 16,5 °С в мае (приложение 2). Сильные ветры восточных направлений в это время вызывают пыльные бури.

Летняя погода устанавливается во второй декаде мая и длится в среднем 128–130 дней. За этот период выпадает больше половины годовой нормы осадков (приложение 1). Часто отмечаются периоды без выпадения осадков, продолжающиеся 1,5–2 месяца. Температура воздуха в отдельные дни поднимается до 35...45 °С. Высокие температуры, сопровождаемые суховеями, вызывают «запал» зерна, а при наличии почвенной засухи «захват».

Согласно наблюдениям метеостанции «Зерноград» в годы проведения опытов погодные условия сложились по-разному, что позволило объективно оценить изучаемые сорта озимой пшеницы.

2008–2009 сельскохозяйственный год характеризовался недобором осадков в период вегетации растений (приложение 1) и повышенным температурным режимом

(приложение 2), что отразилось на формировании выполненного зерна и частично на урожайности.

За 2009–2010 сельскохозяйственный год выпало 679 мм осадков при среднемноголетней 528,4 мм, что составило 117 % (рисунок 4). Обилием осадков отмечался сентябрь 2009 года 132,9 мм (314 % от среднемноголетней величины). При возобновлении весенней вегетации в почве также было достаточно влаги для нормального роста и развития озимой пшеницы. Особенно сильный недобор осадков отмечался в период налива зерна озимой пшеницы. Так, за июнь выпало 6,5 мм (9 % от среднемноголетней величины).

Среднесуточная температура воздуха была в среднем за 2009–2010 год 11,7 °С (рисунок 5), за вегетацию 21,5 °С, что на 2, °С и на 3,0 °С выше среднемноголетних величин соответственно. Посевы ушли в зиму в хорошем состоянии. Температура почвы на глубине залегания узла кущения была минус 4,0 °С. Благодаря снежному покрову растения не пострадали во время перезимовки. Летний период 2010 года характеризовался аномальной жарой. Максимальная температура воздуха поднималась выше 30 °С, дней с такими температурами насчитывалось 70 за летний период. Относительная влажность воздуха была близка к среднемноголетней – 72 % (приложение 3). За год насчитывалось 69 дней с засухой и 42 дня близких к суховейным (всего 111 дней).

В целом 2009–2010 сельскохозяйственный год характеризовался чрезмерно жарким летом с сильнейшей воздушной и почвенной засухой в период вегетации, но на урожайности изучаемых сортов такие условия отразились незначительно.

2010–2011 сельскохозяйственный год характеризовался недобором осадков за сельскохозяйственный год и вегетацию, за сельскохозяйственный год выпало 486,1 мм осадков при среднемноголетней величине 582,4 мм (рисунок 4), что составило 83 %. Рост и развитие растений шли замедленно по сравнению с предыдущими годами.

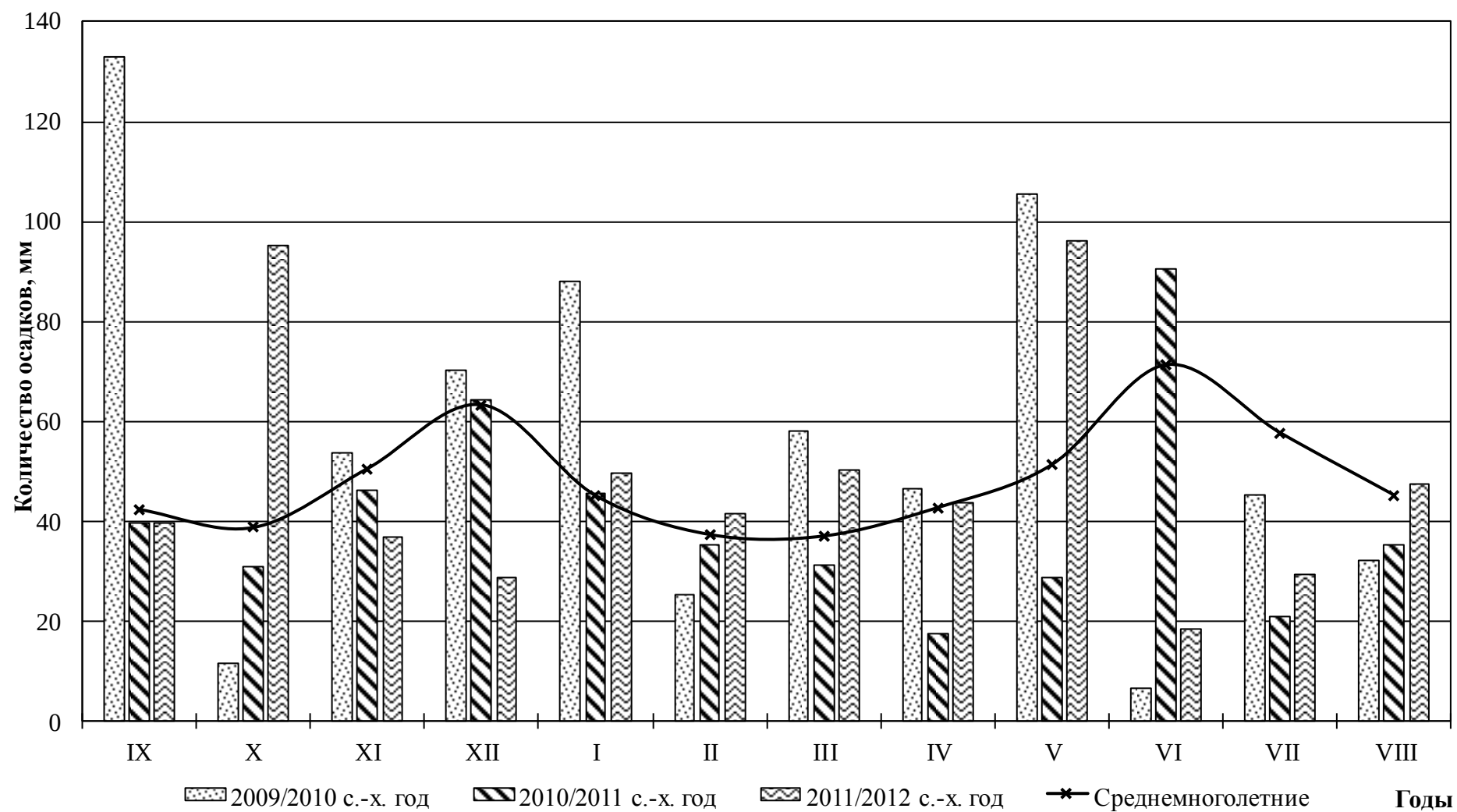


Рисунок 4 – Количество осадков за годы исследований, мм, метеостанция «Зерноград»

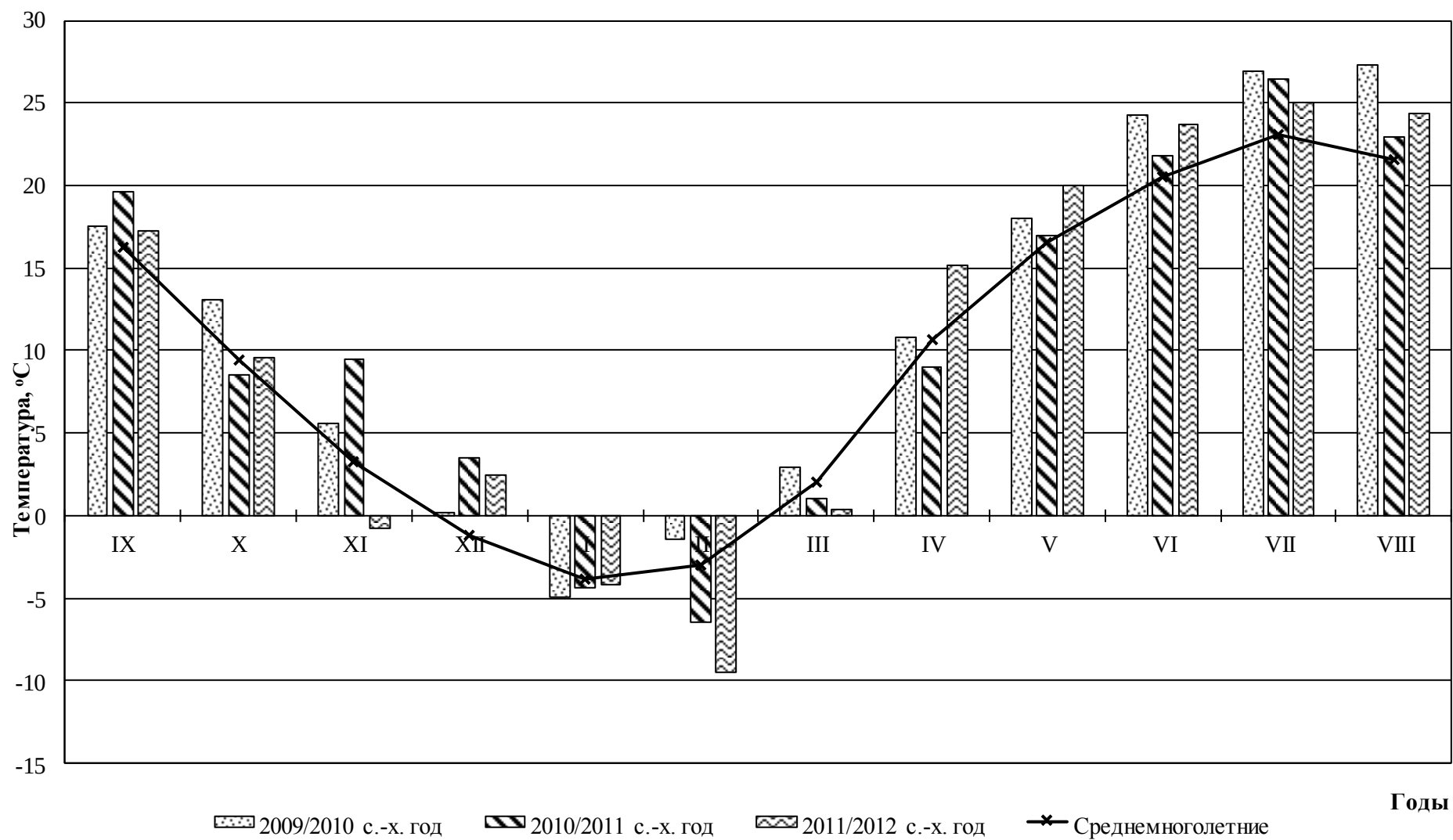


Рисунок – 5 Средняя температура воздуха за годы исследований, °C, метеостанция «Зерноград»

Температурный режим зимы был относительно мягким. Средняя температура воздуха составила минус 2,5 °С (рисунок 5). Минимальная температура на глубине залегания узла кущения опускалась до минус 10,0 °С, при этом снежный покров высотой 18 см сохранялся всю зиму. В марте задержался зимний характер погоды со сменой потеплений похолоданиями. Минимальная температура воздуха в марте опускалась до минус 15,3 °С, на глубине залегания узла кущения до минус 10,0 °С (II декада марта) и являлась критической. Лето было жарким. Среднесуточная температура воздуха за лето составила 23,8 °С, что на 1,9 °С выше среднемноголетней. Максимально температура воздуха поднималась до 39,1 °С. Относительная влажность воздуха составила 72 % и была близка к среднемноголетней (приложение 3). За год насчитывалось 115 дней с пониженной относительной влажностью воздуха. Такие условия отразились в снижении урожайности изучаемых сортов озимой твердой пшеницы.

Количество осадков за 2011-2012 сельскохозяйственный год составило 576,6 мм – 99 % (рисунок 4). Из-за недостатка влаги в почве в сентябре посев проводился в конце месяца. Осадки I и II декады октября значительно превышали средние многолетние значения, что позволило получить дружные всходы. Снежный покров установился с 15 января, продержался всю зиму и был высотой 3 – 17 см. Весна 2012 была достаточно влажная 190,2 мм (150 %), недостатка влаги не было ни в одном из месяцев. В летнее время в фазу налива и созревания была продолжительная засуха. Наиболее засушливым был июнь 18,4 мм (25%).

Среднесуточная температура воздуха за с.-х. год составила 10,3 °С (рисунок 5), что на 0,7 °С выше среднемноголетнего значения. Осенью наблюдался повышенный температурный режим, что позволило озимым хорошо развиваться перед уходом в зиму. Зима была на минус 1 °С холоднее среднемноголетнего значения. Наиболее холодным оказался февраль минус 6,5 °С при среднемноголетней минус 3,0 °С. Минимальная температура воздуха за зиму достигала минус 25,1 °С. температура почвы на глубине залегания узла кущения опускалась до минус 9,6 °С. Но благодаря стойкому снежному покрову озимые не пострадали. Март был особенно холодным, отрицательные температуры и

снежный покров продержались до II декады. Затем началось быстрое нарастание положительных температур. Температура воздуха в весенний период составила 11,9°C, что на 2,2°C выше среднемноголетней. Температурный режим лета был повышенным, средняя температура воздуха за лето составила 24,4°C, что на 2,6°C превышало среднемноголетнюю величину. При этом было отмечено 62 дня с температурой воздуха более 30°C. Относительная влажность воздуха была близка к среднемноголетней (приложение 3). При этом за лето было отмечено 60 дней с влажностью воздуха ниже 40 % при среднемноголетней 39 дней.

В целом климатические условия в годы исследований для озимых сложились вполне благоприятно, что позволило получить высокий урожай сортов озимой пшеницы по черному пару. Погодные условия уборки складывались благоприятно для проведения ее в сжатые сроки. Сильная засуха перед уборкой и высокая температура воздуха в привели к увеличению дробления зерна..

2.2 Материал исследований

Материал для исследований подбирался и изучался с 2006 по 2008 гг. В результате для изучения в 2009–2011 гг. были отобраны семена районированных сортов озимой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», включенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ: четыре сорта мягкой пшеницы – Донской маяк, Ермак, Станичная, Ростовчанка 3, четыре сорта твердой – Жемчужина Дона, Аксицит, Гелиос, Дончанка и один сорт тургидной пшеницы – Донской янтарь. К началу полевых исследований (сентябрь 2009 года) сорт озимой твердой пшеницы Жемчужина Дона был исключен из списка районированных сортов Госреестра. Однако, востребованность данного сорта в производстве обусловила необходимость его дальнейшего изучения.

В 2019 - 2020 гг. изучали четыре сорта озимой мягкой пшеницы - Лидия, Краса Дона, Аксиция, Станичная. Три вариантам обмолота семян - ручной и обмолот комбайнами Acros 550 и Torum 750.

Подбор изучаемых сортов был обусловлен близкими хозяйственно-биологическими свойствами, высокой потенциальной урожайностью, качеством зерна, близкими показателями стекловидности, содержания белка, что могло бы отразиться на разной степени механических повреждений семян во время уборки. По данным В.И. Ковтуна [58] и Н.Е. Самофаловой [120] все сорта при соответствующей агротехнике способны сформировать высокий урожай хорошего качества (приложения 4, 5).

Средняя урожайность исследуемых сортов мягкой озимой пшеницы в среднем за три года (2009 – 2011 гг.) составила 5,47 т/га (приложение 6) при НСР₀₅ 0,06 т/га и слабой вариации (7 %), что значительно превышает среднюю урожайность по Ростовской области 2,8 т/га. Наиболее высокой урожайностью характеризовался сорт Станичная – 5,6 т/га. У сортов Донской маяк, Ермак средняя урожайность 5,4 т/га.

Урожайность сорта Ермак в 2009 году была на 1,2 т/га больше, чем у сорта Станичная; сорта Донской маяк, Станичная и Ростовчанка 3 не дали существенной прибавки и находились на одном уровне. В 2010 существенную прибавку урожайности дали сорта Станичная (0,8 т/га) и Ростовчанка 3 (0,6 т/га) по сравнению с сортом Ермак. При этом сорта Донской маяк, Станичная и Ростовчанка 3 находились на одном уровне по урожайности. В 2011 году только сорт Станичная имел существенную прибавку урожайности по сравнению с сортом Ермак.

Урожайность семян сортов озимой твердой пшеницы в среднем за три года составила 4,74 т/га при колебании её по годам 4,73–4,87 т/га и НСР₀₅ 0,099 т/га (приложение 7). Наибольшей урожайностью характеризовался сорт Аксинит (4,87 т/га), которому все сорта уступили. Наименьшую урожайность дал сорт Жемчужина Дона (4,73 т/га). Коэффициент вариации варьировал по годам от 4 до 7 %, при среднем значении 5 %, т.е. вариация слабая.

Более высокую вариабельность урожайности сортов озимой твердой пшеницы по сравнению с сортами мягкой по годам можно объяснить метеорологическими условиями. Самой низкой урожайностью по всем сортам

озимой твердой пшеницы характеризовался 2011 год, который по метеорологическим условиям был самым неблагоприятным.

В качестве контроля для сравнения сортов при определении механических повреждений и посевных качеств были использованы образцы семян тех же сортов при щадящем обмолоте селекционной колосовой молотилкой МК-1М. Определение механических повреждений настоящим ручным обмолотом без применения каких-либо вытирающих или выбивающих устройств, показало, что при таком способе выделения семян отмечается появление легких царапин в пределах 5– 15 %. Но поскольку даже на начальных этапах семеноводства и сортообновления ручное выделение семян не применяется, потому за контроль был взят вариант минимального механического воздействия.

Определяли различия уровня реакции признаков изучаемых сортов на механические повреждения относительно сортов-классификаторов. В их качестве были выбраны два районированных сорта, четко различающихся по устойчивости к механическим повреждениям семян. Для озимой мягкой пшеницы классификатором стал сорт Станичная, для твердой и тургидной - Аксинит.

2.3 Методика исследований

Исследования предусматривали оценку семян по механическим повреждениям, физико-механическим свойствам и посевным качествам.

Семенные участки сортов озимой пшеницы закладывались по чистому черному пару в соответствии с требованиями методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [85].

При достижении полной спелости все исследуемые сорта убирались прямым комбайнированием комбайном Сампо–2010, Acros 550 и Torum 750.

Отбор образцов для определения физических свойств и посевных качеств семян проводился во время уборки в соответствии с правилами приемки и методами отбора проб согласно ГОСТ 12036 – 85 [24].

Лабораторные анализы

Лабораторные анализы семян проводили с помощью стандартных методик определения посевных качеств, нормируемых ГОСТом, и не стандартизируемых, но применяемых в научных целях.

Физические свойства семян характеризовались крупностью семян, их фракционным составом по размерам, выравненностью, массой 1000 семян и количеством механических повреждений.

Фракционный состав и выравненность семян не являются нормируемыми показателями посевных качеств и ГОСТом не регламентируются. Фракционный состав определяли методом, описанным Г.С. Посыпановым [102], путем отсева проб по 100 г в двукратной повторности на решетном классификаторе. Отсев семян по толщине проводился с интервалом 0,2 мм, что позволило выделить по каждому сорту преобладающую среднюю фракцию, а также мелкие и крупные семена. Выход каждой фракции определяли в процентах. Были использованы отсев лабораторный ЕРЛ-1 М с ситами лабораторными СПЛП-20 (2,0х20–3,0х20 мм) и лабораторная сортировочная машина SORTIMAT с ситами (1,8х20–2,8х20 мм). Выравненность семян рассчитывалась по данным фракционного состава, как сумма двух смежных фракций наибольших по массе и удельному содержанию. Вместе с другими показателями она определяет ценность отдельных фракций.

Крупность семян характеризовалась линейными размерами – определялись длина, ширина и толщина на 100 семенах, с помощью штангенциркуля с цифровым отсчетным устройством ШЦЦ-I–150–0,01. Этот метод применяется в научных исследованиях [93, 135, 137].

Масса 1000 семян определялась для образцов в целом и по каждой фракции отдельно в соответствии с ГОСТом 12042-80 «Методы определения массы 1000 семян» [28].

В настоящее время предлагается много различных методик определения механических повреждений семян [7, 9, 61, 84, 95, 103, 108, 136, 166, 171, 196, 197, 200, 209, 225]. Существующие методы различаются по точности и

трудоемкости и немногие из них могут быть использованы в данных исследованиях.

Определение количества макроповреждений семян проводилось методом, предложенным А.Н. Пугачевым. Для этого от среднего образца по каждому сорту выделяли две навески в соответствии с ГОСТ 12037 – 81 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян» [25]. К макроповрежденным относили все дробленые независимо от степени повреждения, если только нарушена целостность зерновки, а также плющенные. Процент макроповреждений вычисляли по отношению ко всей массе навески. Данная методика введена в ГОСТ 28301 – 2007 «Комбайны зерноуборочные. Методика испытаний» и используется при оценке качества обмолота [27] и при испытании зерноочистительной техники [113].

Микроповреждения семян определяли методом, рекомендованным В.В. Гриценко, З.М. Калошиной [32], Г. С. Посыпановым [102] и другими исследователями. Для этого выделяли из навески целое по форме зерно, от которого отбирали две пробы по 100 шт. семян. Целесообразно было применение наиболее широко используемого в практике оценки микроповреждений семян прямого метода просмотра через лупу 7-10 кратного увеличения и окрашивания в красителях. Семена обрабатывали красителем конго-рот. Данный метод определения микроповреждений семян используется в научных исследованиях по семеноведению, а также при оценке работы зерноочистительных, сортировальных и сушильных машин.

Всхожесть и энергию прорастания семян определяли в соответствии с ГОСТ 12038 – 84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести» [26].

Интенсивность поглощения воды семенами в процессе их набухания определялась согласно методике описанной М.Г. Николаевой [87] по каждому исследуемому образцу в 2-кратной повторности. Для анализа взвешивалось по 10 г семян, по каждой повторности семена заливались водой и через каждые два

часа семена извлекались из воды, лишняя влага удалялась с поверхности семян путем обсушивания фильтрованной бумагой и образцы взвешивались.

Силу роста семян определяли согласно методике предложенной В.В. Гриценко и З.М. Калошиной [32] в модификации Т.В.Суббота [132]. Определение проводилось при проращивании семян в сосудах с почвой в лабораторных условиях. Почва отбиралась в поле, засеянном озимой пшеницей, где были заложены модельные полевые опыты. Проращивание вели в сосудах высотой 20 см, диаметром 15 см. Семена заделывались на глубину 5 см. Повторность опыта 2-кратная. Почва увлажнялась до 40 % полной влагоемкости. Сила роста семян определялась в конце прорастания через 10 дней подсчетом количества появившихся на поверхности почвы ростков. Затем все зеленые ростки срезали на одном уровне с почвой, взвешивали, а массу пересчитывали на 100 шт. Далее слой почвы, находящийся над семенами снимали и учитывали не пробившиеся ростки, здоровые и невсхожие семена (ненормально проросшие, набухшие и загнившие) по оценке П. Велингтона[19].

Силу роста семян морфофизиологической оценкой проростков проводили по методике Б.С. Лихачева [74]. При этом вели проращивание семян в рулонах в термостатах в течение 5 дней, при температуре 20 °С в 4-кратной повторности. Оценку каждого проростка вели по пятибалльной шкале с учетом величины ростка, количества и длины корешков. Затем рассчитывали средний балл образца

Модельные полевые опыты

Для изучения воздействия механических повреждений на полевую всхожесть, как элемента структуры урожая, закладывались модельные полевые опыты. Целесообразность этого объясняется тем, что можно гарантировать высев заданного количества семян, исключить воздействие неравномерности заделки по глубине, (чего нельзя достигнуть в сеялочных посевах), обеспечить равномерную площадь питания для каждого высеянного зерна.

Модельные полевые опыты закладывались в соответствии с методиками, рекомендованными для изучения полевой всхожести Н.К. Ижином [49] и И.Г. Строной [129]. Опыты размещались по чистому черному пару. Обработка пара предусматривала зяблевую и весенне-летние обработки (боронование и культивации на обратно-послойную глубину). Посев проводился в оптимальные сроки вручную на глубину 5 см, в 6-кратной повторности по 100 семян на однорядковую делянку длиной 1,7 м. Ширина междурядья была – 15 см, что соответствовало сеялке СН – 16. Следовательно, норма высева в пересчете на 1 га была 4 млн. шт. всхожих семян. Между повторностями высевались нулевые защитные ряды. Сорта-классификаторы: по озимой мягкой пшенице - Станичная, по твердой и тургидной - Аксинит (рисунок 6). Заложенные таким образом ручные посевы позволили избежать эффекта наибольшей продуктивности крайних рядов, который развивается из-за разной площади питания, выдержать ширину междурядья, норму посева, заданную глубину, то есть устранить погрешности, которые могут наблюдаться при сеялочных посевах. В течение вегетации на посевах проводились фенологические наблюдения и уходные мероприятия. Уборку проводили вручную, путем выкапывания растений с корнями при полной спелости зерна (16–17 % влажность зерна).

На полученном материале проводился структурный анализ элементов урожая изучаемых сортов. Обмолот осуществлялся на стационарной селекционной колосовой молотилке МК-1М. Полученные таким образом семена использовались в дальнейшем в модельных полевых опытах для сравнения влияния разной степени механического воздействия на продуктивность и урожайность.

Все полученные результаты опытов подвергались биометрическому и дисперсионному анализу Б.А. Доспехова [36] согласно методике полевого опыта, с использованием соответствующих компьютерных программ Microsoft Excel и Statistica 10.

По результатам исследований была проведена экономическая оценка возможных убытков от снижения посевных качеств семян.

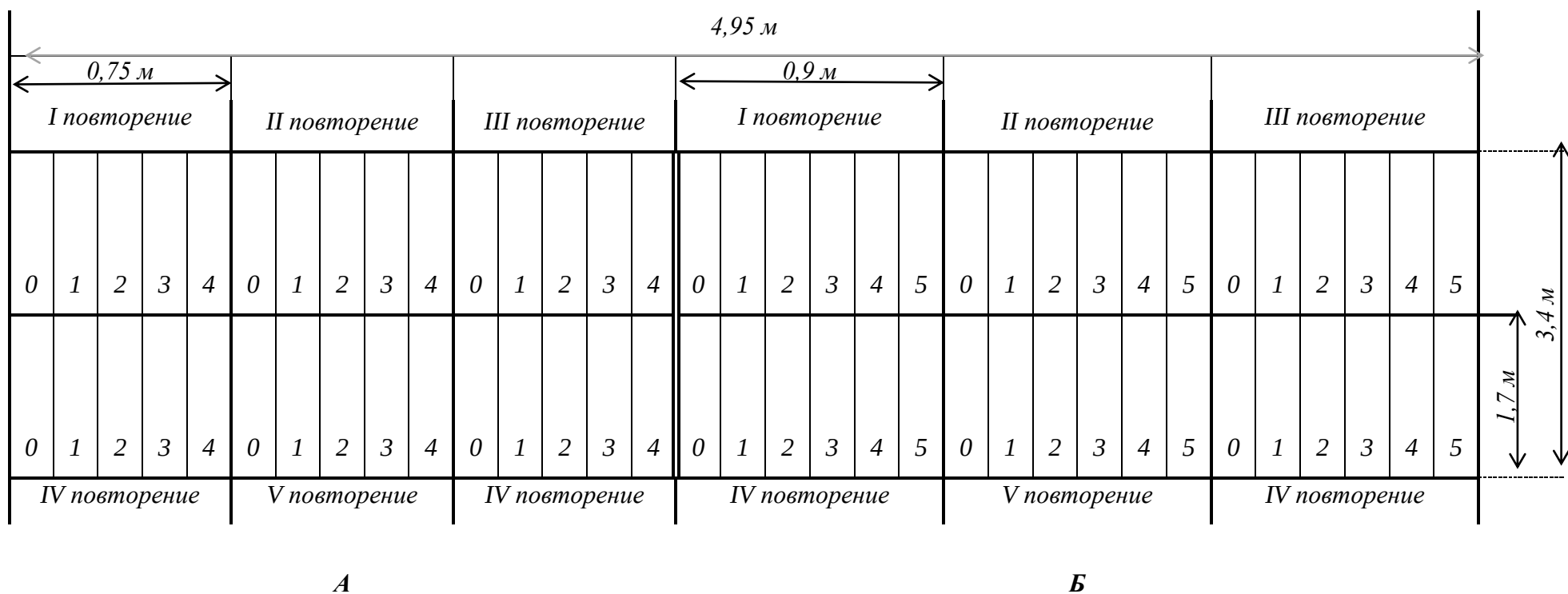


Рисунок – 6 Схематический план модельного полевого опыта:

А – озимая мягкая пшеница: 0–нулевой ряд Донской Маяк, 1–Донской Маяк, 2–Ермак, 3– Станичная (классификатор), 4– Ростовчанка 3;

Б – озимая твердая пшеница: 0–нулевой ряд Жемчужина Дона, 1–Жемчужина Дона, 2–Донской янтарь, 3–Аксинит (классификатор), 4–Гелиос, 5 – Дончанка.

ГЛАВА 3 КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕМЯН С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ВО ВРЕМЯ УБОРКИ (РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ)

3.1 Механические повреждения зерна озимой пшеницы во время уборки

Комбайн механически выделяет зерно из колоса, причем это порой требует не малых усилий. Выращенное зерно соприкасается во время уборки с вращающимися рабочими органами, поэтому принудительное отделение зерна от колоса не может быть выполнено без механических повреждений зерна [185].

Установлено, что в пределах колоса зерна отличаются друг от друга не только величиной, но и плотностью, химическим составом, урожайными качествами, связью зерна с колосом и другими свойствами. Наиболее легко обмолачиваются тяжелые крупные зерна центральной части колоса, наиболее трудно – зерна конечных колосков нижней и верхней частей колоса [107].

При сегодняшней уборочной и послеуборочной технологии обработки зерна, высевается около 80 % травмированных семян. Причем доля механических повреждений, вызванных комбайновым обмолотом, у семян озимой пшеницы может составлять 30 – 42 % [21].

Наши исследования предполагали анализ механических повреждений семян во время уборки, степень их влияния на посевные качества изучаемых сортов.

Механические повреждения семян характеризовались макро-, микроповреждениями зерна и травмированием зародыша по видам пшеницы и сортам. При уборке питомников размножения оригинальных семян на бункерном зерне определялись макроповреждения (дробление). Как уже не раз говорилось макроповреждения – это хорошо видимые невооруженным глазом травмы. Наиболее часто в наших опытах встречались типы макроповреждений семян представленные на рисунке 7. Данные типы травм были отмечены как по сортам мягкой, так и по твердой и тургидной пшеницы. Однако раздавленное зерно наблюдали по мягкой пшенице. В случае когда зародыш полностью выбит – это

уже не семена; если отбита часть эндосперма, но в лаборатории такие семена уверено всходят, а в поле если и взойдут, то из них образуются ослабленные, растения которые вскоре выпадут из посева. Это связано с тем, что в лаборатории прорастание идет при +27 °С в стерильных условиях, в поле же зерно долго лежит, а почвенные микроорганизмы уменьшают потенциал семянки. Расколотые вдоль и поперек зерновки, отбитые частицы, а также раздавленные зерновки имеют острые края и, находясь в зерновой массе, при контакте с целыми зерновками вызывают микроповреждения семян.



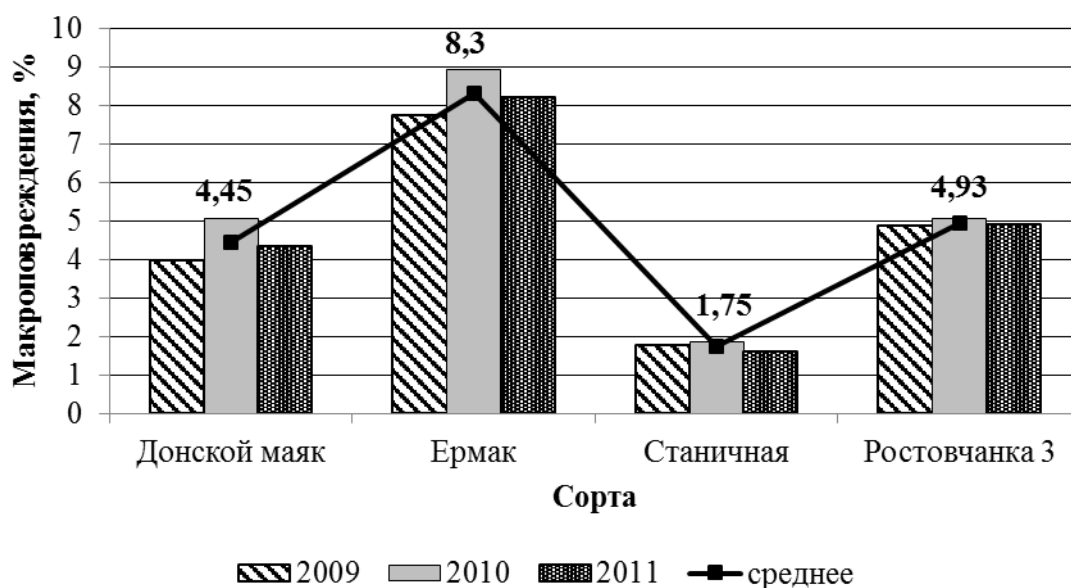
Рисунок 7 – Типы макроповреждений семян озимой пшеницы

По данным Л.В. Фадеева: «Разные типы макроповреждений семян вызваны разным анатомо-морфологическим строением зерновок пшеницы стекловидных и мучнистых сортов, и исследованы еще в XIX веке К. Новицким в 1870 г. У стекловидных зерен промежутки между крахмальными зернами заполнены белковым веществом, а у мучнистых эта граница между крахмальными зернами так же заполнена белком, но в форме очень тонких пленок. Стекловидная зерновка твердая и хрупкая, а мучнистая мягкая. При ударе стекловидные зерна растрескиваются на неправильные куски, а мучнистые мнутся или превращаются

в муку. Консистенция эндосперма твердой пшеницы в два с лишним раза плотнее оболочек зерна, тогда как у мягкой пшеницы различий в твердости пленок и эндосперма нет. Зародыш твердой пшеницы резко выделяется на поверхности зерна, в то время как у мягкой он находится в углублении. Поэтому повреждаемость твердых сортов пшеницы существенно выше, чем у мягких, и у них большее количество семян с макротравмами зародыша». Цит. по: Фадеев Л.В. Зерно нельзя бить[Электронный ресурс][155].

3.1.1 Механические повреждения семян озимой мягкой пшеницы

Результаты анализа различных макроповреждений семян сортов мягкой озимой пшеницы за три года (2009 – 2011гг.) показали, что дробление зерна при уборке комбайном Сампо –2010 находилось в пределах 1,75–8,3 % (рисунок 8), что превышало допустимую при уборке семенных посевов пшеницы величину 1 %. В меньшей степени за все годы исследований дробились семена сорта-классификатора Станичная и в среднем макроповреждения составляли 1,75 %. Максимальное дробление наблюдалось у сорта Ермак, что на 6,55 % больше, чем у сорта Станичная и при $НСР_{05} = 4,04$ % является достоверным (приложение 8).



Станичная- классификатор

Рисунок 8 – Макроповреждения семян сортов озимой мягкой пшеницы, % (2009 – 2011 гг.)

Данные отличия можно объяснить анатомо-морфологическим строением зерновок мягкой пшеницы. Консистенция зерновок с разной степенью стекловидности определяет неодинаковую реакцию на удар и раздавливание. Оболочка зерна высокой стекловидности более тонкая [56, 129]. Для мягких пшениц характерны деформации и вмятины.

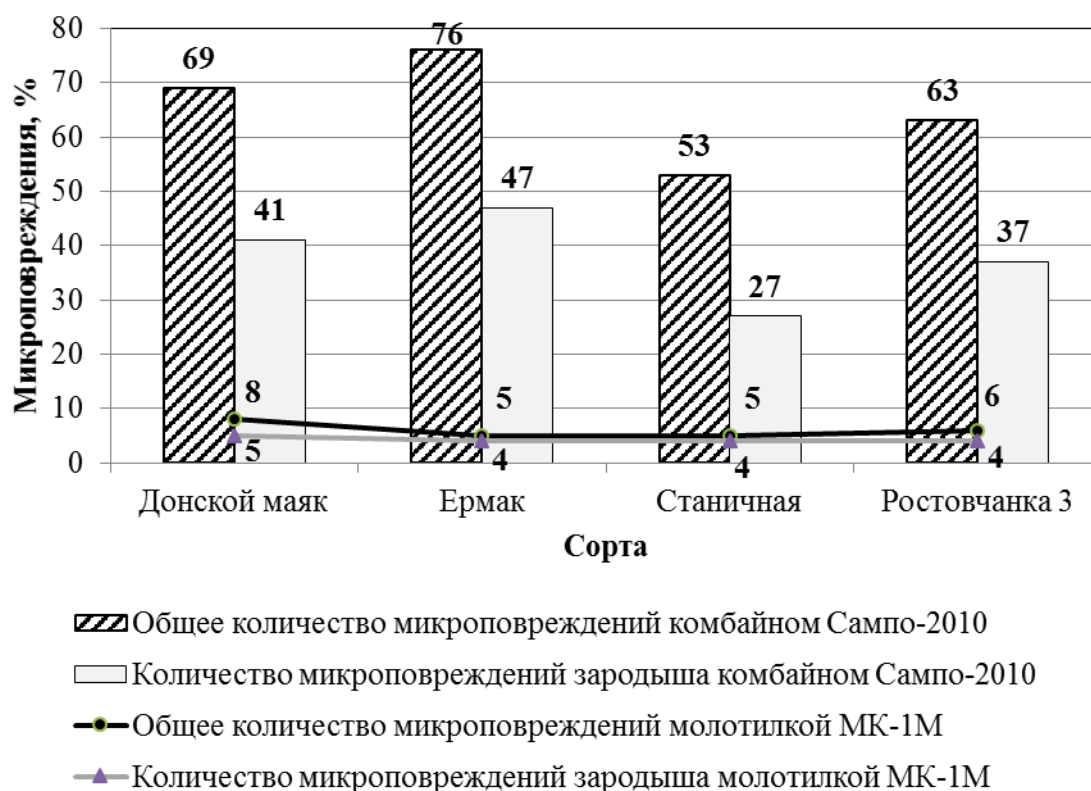
В 2009 году количество макроповреждений сорта Ермак было на 5,97 % больше, чем у сорта-классификатора Станичная, что при $НСР_{05} = 3,71\%$ является достоверным (приложение 8). У сортов Донской Маяк и Ростовчанка 3 отклонения от сорта Станичная не превышали $НСР_{05}$. Максимальное количество макроповреждений по всем сортам наблюдалось в 2010 г., особенно резко это проявилось у сорта Ермак – на 0,64 % больше в сравнении со средним и на 7,07 % выше по сравнению с сортом-классификатором, что является достоверным при $НСР_{05} = 4,34\%$. Можно предположить, что у сорта Ермак это связано со снижением урожайности в этот год до 4,8 т/га, что на 0,6 т/га ниже среднего, в результате чего рабочие органы барабана комбайна и молотильного устройства могли оказывать сильное механическое воздействие на семена. В 2011 году сорт-классификатор Станичная, как и в предыдущие годы оставался менее повреждаемым (1,6 %). Сорта Станичная и Ростовчанка 3 не проявили резких колебаний по дроблению за годы исследований.

По степени увеличения дробления зерна сорта распределились в такой последовательности: Станичная (классификатор), Донской маяк, Ростовчанка 3, Ермак, что позволяет выделить в качестве более устойчивого к макроповреждениям – сорт Станичная, наименее устойчивого – Ермак.

Проблема сочетания высокого дробления с повышенным количеством микроповреждений зерна остается одной из важнейших в технологическом процессе обмолота, так как семена в этот период получают наибольшее количество травм. Семя же является живым организмом, так как наделено способностью воспроизводить себе подобное, и любая травма может нарушать жизнь зерна. Количество микроповреждений, как уже говорилось, обычно больше, чем макроповреждений, а общий ущерб от них существенный. Кроме этого,

микрповреждения особенно опасны тем, что в лабораторных условиях, практически, не выявляются.

Общее количество микрповреждений семян (2009 – 2011 гг.) по сортам мягкой пшеницы было высоким и находилось в пределах 53–76 %, что было обусловлено разным дроблением семян (рисунок 9). Наибольшее количество общих микрповреждений отмечено у сорта Ермак, наименьшее у сорта-классификатора Станичная – 53 %, что соответствует и положению этих сортов по дроблению семян. У сорта Ермак отмечено общее количество микрповреждений на 23 % больше по сравнению с классификатором Станичная. Коэффициент вариации общего числа микрповреждений и по годам и по сортам был средним – 13 % при $НСР_{05}=4,23\%$ (приложение 9).



Станичная -классификатор

Рисунок 9 – Микрповреждения семян сортов озимой мягкой пшеницы, %
(2009 – 2011 гг.)

Общее количество микрповреждений сорта Ермак в 2009 году было на 13 % больше, чем у сорта-классификатора Станичная при $НСР_{05}=4,98\%$; сорта

Донской маяк и Ростовчанка 3 тоже существенно превышали сорт Станичная на 7 и 6 % соответственно и находились на одном уровне. В 2010 и 2011 гг. наблюдалась та же закономерность, однако в эти годы число общих микроповреждений семян было выше, чем в 2009 году. При этом в 2011 году сорт-классификатор Станичная показал существенно меньше общих микроповреждений (на 29 % при $НСР_{05} = 7,9$ %) по сравнению с сортом Ермак. Общее количество микроповреждений семян колосовой молотилкой (контроль) составило 5 - 8 %, т.е. значительно ниже, чем при комбайновом обмолоте.

Установлено, что микроповреждение оболочки особенно опасно на зародыше, и именно это место уязвимо для травмирования, так как оболочка здесь тонкая, эластичная и подготовлена для разрыва зародышевым корешком. Микроповреждения оболочек облегчают проникновение в семена микроорганизмов, способствующих развитию патогенной микрофлоры и даже гибели зародыша семени. Травмированные семена имеют повышенную энергию дыхания, на них интенсивно развиваются хлебные клещи и плесневые грибы. Все это приводит к снижению всхожести и в значительной степени снижают биологические качества семян.

Микроповреждения зародыша мягкой пшеницы (2009 – 2011 гг.) варьировали в среднем по сортам в пределах 27–47 %. Наибольшее количество микроповреждений зародыша у сортов Ермак и Донской маяк соответственно 47 и 41 %, наименьшее у сорта-классификатора Станичная (27 %), при $НСР_{05} = 4,3$ %. Коэффициент варьирования был высоким 22 % (рисунок 9, приложение 10).

Количество микроповреждений зародыша в 2009 году было у сорта Ермак на 16 %, а у сорта Донской маяк на 13 % больше, чем у сорта-классификатора Станичная, что было существенно при $НСР_{05} = 6,8$ %; сорт Ростовчанка 3 по повреждениям зародыша превысил сорт Станичная на 6 %, что было в пределах ошибки опыта. При этом в 2009 году сорт-классификатор Станичная имел существенно меньше микроповреждений зародыша, чем в другие годы. Максимальное количество микроповреждений зародыша по всем сортам наблюдалось в 2010 году (38 – 63 %), особенно высокое у сорта Ермак – на 25 %

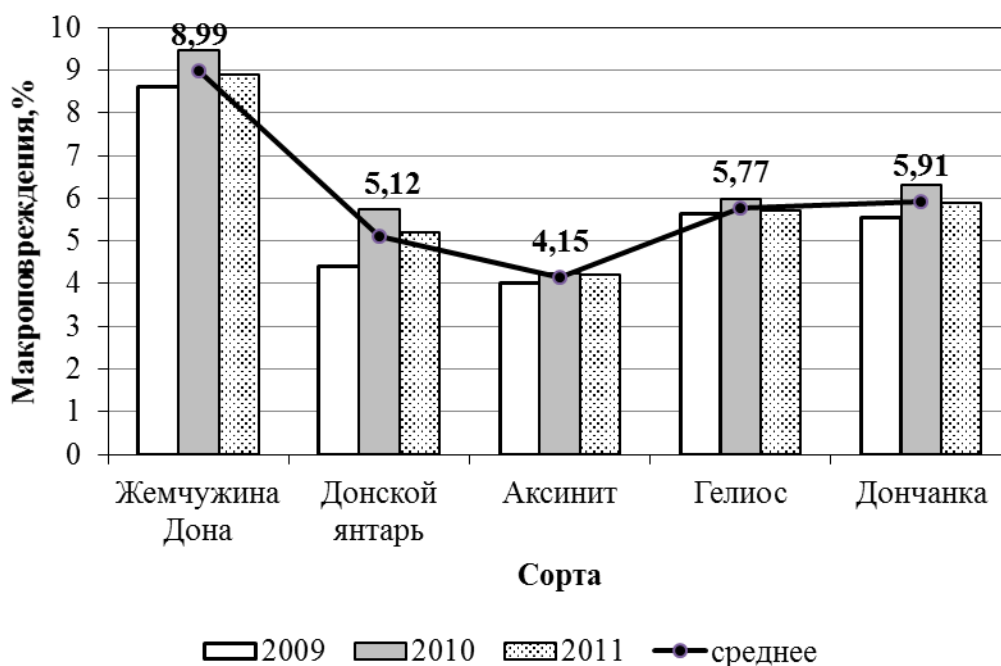
больше, чем у сорта-классификатора Станичная и является достоверным при $НСР_{05} = 7,3 \%$, что вызвано высоким дроблением семян в этот год. В 2011 г сорт Станичная, как и в предыдущие годы имел существенно меньше микроповреждений зародыша (на 18 % при $НСР_{05} = 4,8 \%$) по сравнению с сортом Ермак.

Микроповреждения семян молотилкой МК-1М, которая взята за контроль для сравнения были настолько незначительны и близки по сортам, что по степени механического воздействия этот обмолот можно сравнить с ручным выделением семян из колоса. Ведь уже при отделении зерна от колосового стержня возникает травма на месте прикрепления, которая со временем зарастает пробковой тканью. Поэтому для выявления реакции между сортами на механические повреждения семян во время уборки этот способ не информативен. Общее количество микроповреждений семян молотилкой МК-1М в среднем за 3 года колебалось по сортам озимой мягкой пшеницы пределах 5 – 8 %, а количество повреждений зародыша 4– 5 %. Таким образом, это определение позволило нам увидеть, насколько сильные механические нагрузки испытывают семена при комбайновом обмолоте, что даже в пределах одной культуры выявляется разница между сортами по количеству механических повреждений семян.

Установлено, что сорт озимой мягкой пшеницы Станичная с наименьшими дроблением (1,75 %), общим количеством микроповреждений (53 %) и микроповреждений зародыша (27 %) в среднем за три года характеризовался большей устойчивостью к механическим повреждениям семян во время уборки и был оправдано выбран в качестве классификатора. Сорт Ермак, у которого в среднем за три года дробление было выше на 6,55 %, общее количество микроповреждений выше на 23 %, повреждения зародыша – на 20 % по сравнению с сортом Станичная, проявился, как сорт с наименьшей механической устойчивостью.

3.1.2 Механические повреждения семян озимой твердой пшеницы

Как говорилось выше, многие авторы указывают на меньшую устойчивость к механическим воздействиям твердых пшениц по сравнению с мягкими. Определение макроповреждений семян озимой твердой пшеницы (приложение 11, рисунок 10) показало, что дробление зерна при уборке комбайном Сампо –2010 в среднем за 2009 – 2011гг. находилось в пределах 4,15–8,99 %, что намного превышало допустимую при уборке семенных посевов величину (1 %).



Аксинит -классификатор -

Рисунок 10– Макроповреждения семян сортов озимой твердой пшеницы, %
(2009 – 2011 гг.)

Для твердых пшениц наиболее типично раскалывание, отколы, поэтому по сравнению с мягкой пшеницей при механическом воздействии во время уборки она подвергается большему дроблению, так как её зерновка характеризуется выпуклым зародышем и большей стекловидностью.

В меньшей степени за все годы исследований (2009 - 2011 гг.) дробились семена сорта-классификатора Аксинит и в среднем макроповреждения составляли 4,15 %. Максимальное дробление наблюдалось у сорта Жемчужина Дона, что на

4,84 % больше чем, у сорта-классификатора Аксинит и при $НСР_{05} = 2,45$ % является достоверным (приложение 11). Сорта Донской янтарь, Гелиос и Дончанка показали дробление 5,12, 5,77 и 5,91 % соответственно и не превышали $НСР_{05}$.

В 2009 г количество макроповреждений сорта Жемчужина Дона было на 4,6 % больше, чем у сорта-классификатора Аксинит, что при $НСР_{05} = 2,42$ % является достоверным. У сортов Донской Янтарь, Гелиос и Дончанка отклонения от сорта Аксинит не превышали $НСР_{05}$. В 2010 году у сорта Жемчужина Дона наблюдалось максимальное количество макроповреждений, что на 5,23 % выше, чем у классификатора Аксинит, что при $НСР_{05} = 2,57$ % является достоверным. Сорт Донской янтарь за годы исследований по устойчивости к макроповреждениям был ближе всех к сорту Аксинит, а сорта Гелиос и Дончанка находились примерно на одном уровне. В 2011 году сорт-классификатор Аксинит, как и в предыдущие годы оставался менее повреждаемым (4,2 %). За все годы исследований каждый из сортов озимой твердой пшеницы не проявил резких колебаний по дроблению.

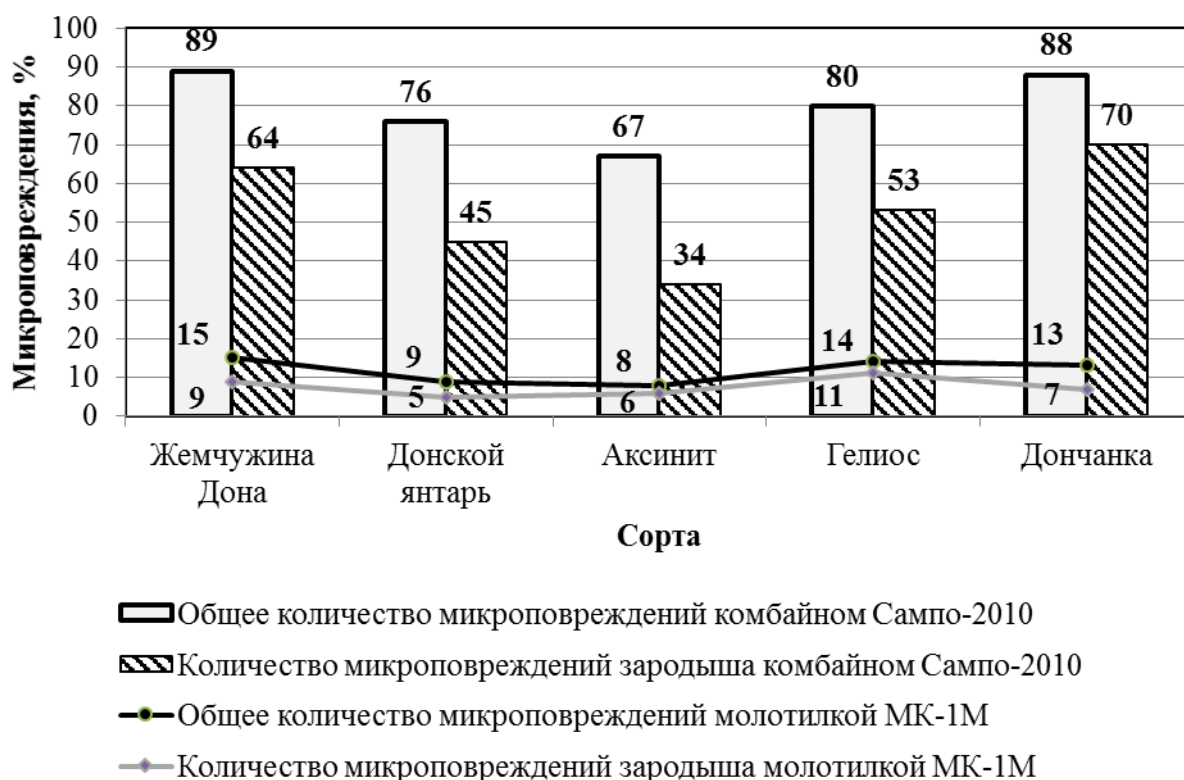
По степени увеличения дробления сорта распределились в такой последовательности: Аксинит (классификатор), Донской янтарь, Гелиос, Дончанка, Жемчужина Дона.

Проведенные исследования подтверждают, что сорта озимой твердой пшеницы сильнее реагируют на механические воздействия во время уборки, это проявляется в большем количестве макроповреждений семян, то есть в среднем дробление семян сортов твердой пшеницы на 1,5 % превышает значения по сортам озимой мягкой пшеницы.

Поскольку семена сортов твердой пшеницы дробятся сильнее, чем мягкой, то и количество микроповреждений семян предполагается высоким. Анализ общих микроповреждений семян озимой твердой пшеницы в среднем за 2009 – 2011 гг. (рисунок 11) показал, что общее их количество по сортам было высоким при колебаниях 67 – 89 % и в среднем составило 80 % при $НСР_{05} = 4,2$ %. Наибольшее количество общих микроповреждений семян отмечено у сорта Жемчужина Дона, что на 22 % выше, чем у сорта-классификатора Аксинит и является достоверным.

Общее количество микроповреждений семян молотилкой МК-1М в среднем за 3 года колебалось по сортам озимой мягкой пшеницы пределах 8 – 15 %, существенных отличий не было выявлено.

При комбайновой уборке в 2009 году общее количество микроповреждений семян у сорта Жемчужина Дона было на 25 %, а у сорта Дончанка – на 26 % больше, чем у сорта-классификатора Аксинит, что было весьма существенно при $НСР_{05}=5,1\%$, сами же сорта по дроблению находилось на одном уровне (приложение 12).



Аксинит -классификатор

Рисунок 11 – Микроповреждения семян сортов озимой твердой пшеницы, %
(2009 – 2011 гг.)

При этом в 2009 году у классификатора Аксинит отмечено значительно меньше общих микроповреждений семян, чем в другие годы (57 %). В 2010 и 2011 гг. наблюдалось увеличение общего количества микроповреждений по всем сортам, но при этом у сорта Жемчужина Дона в 2010 году установлено максимальное количество общих микроповреждений семян – 94 %. По остальным

сортам сохранилась та же закономерность – сорта Донской янтарь и Гелиос находились на одном уровне (87 и 89 %, 77 и 79 % соответственно).

Исследования наиболее опасного типа микроповреждений семян – повреждений зародыша (2009 – 2011 гг.) показали, что они варьировали по сортам твердой пшеницы в пределах 34–70 %, при средней величине за 3 года 53 % (рисунок 11, приложение 13). Наибольшее количество микроповреждений зародыша было у сортов Жемчужина Дона и Дончанка (соответственно 64 и 70 %), которые подвергались и наибольшему дроблению, наименьшие повреждения зародыша – у сорта-классификатора Аксинит (34 %). Количество микроповреждений зародыша семян молотилкой МК-1М существенных различий не выявило и в среднем за 3 года колебалось по сортам озимой твердой пшеницы пределах 5 – 11 %.

Количество микроповреждений зародыша в 2009 году (приложение 13) у сорта Жемчужина Дона было на 36 %, у сорта Дончанка на 48 %, а у сорта Гелиос на 23 % больше, чем у сорта-классификатора Аксинит, что оказалось существенным при $НСР_{05}=7,8$ %. У сорта Донской янтарь повреждения зародыша были больше, чем у сорта классификатора Аксинит на 3 %, что не превышало $НСР_{05}$. В 2009 году сорт-классификатор Аксинит показал существенно меньше общих микроповреждений, чем в другие годы исследований. Наибольшее количество микроповреждений зародыша по всем сортам наблюдалось в 2010 году (55 – 74 %), особенно высокое у сорта Жемчужина Дона – на 19 % больше, чем у сорта-классификатора Аксинит, что является достоверным при $НСР_{05}=4,8$ %, это связано с высоким дроблением семян в этот год. За все годы исследований сорт-классификатор Аксинит был более устойчив к микроповреждениям зародыша и в 2011 году показал – на 35 % меньше микроповреждений по сравнению с сортом Жемчужина Дона и на 44 % меньше, чем сорт Дончанка. Сорта Донской янтарь и Гелиос находились на одном уровне по повреждениям зародыша (61 и 64 % в 2010 году; 48 и 51 % в 2011 году соответственно), то есть закономерность сохранилась.

Это связано с большими величинами дробления семян и при уборке одним селекционным комбайном при соответствующем режиме работы может быть объяснено именно сортовыми особенностями.

Таким образом, выявлено, что сорта озимой твердой пшеницы в различной степени реагируют на механические повреждения. Выделен сорт-классификатор Аксинит с наименьшим дроблением (4,15 %), количеством общих микроповреждений (67 %) и повреждений зародыша (34 %) в среднем за три года характеризовался большей устойчивостью к механическим повреждениям.

Полученные данные доказывают, что при соответствующем режиме работы одного и того же селекционного комбайна выявляются сортовые различия, которые напрямую связаны с высоким дроблением семян при обмолоте.

3.1.3 Механические повреждения семян озимой мягкой пшеницы при обмолоте разными комбайнами

Многие авторы часто связывают разное количество повреждений семян со способом обмолота, однако не стоит упускать из внимания и сортовые особенности. Анализ полученных результатов в 2019 – 2020 гг. свидетельствует, что при ручном выделении семян озимой мягкой пшеницы из колоса механических повреждений (травмирования) не было обнаружено (таблица 3).

Обмолот семян озимой пшеницы комбайном Acros 550 привел к дроблению по сравнению с контролем (ручной обмолот) – 2,3 % у сорта Лидия, 2,63 % у сорта Краса Дона, 3,75 % у сорта Аксинья и 1,92 % у сорта-классификатора Станичная. Среднее дробление по сортам при обмолоте Acros 550 составило 2,5 %. Все сорта, кроме классификатора Станичная, имели дробление выше допустимого 2 %, при уборке семенных посевов пшеницы. Максимальное число макротравмированных семян отмечено при обмолоте сорта Аксинья. В сравнении с сортом-классификатором Станичная все сорта озимой мягкой пшеницы при обмолоте комбайном Acros 550 показали достоверное превышение по уровню дробления ($НСР_{05}=0,19\%$).

Таблица 3 - Механические повреждения семян озимой мягкой пшеницы
при разных способах обмолота, 2019 – 2020 гг.

Сорт (генотип)	Опыт (обмолот)	Макроповреждения семян, %	Микроповреждения семян, %	
			общее количество	в том числе зародыша
Лидия	Ручной обмолот, контроль	0	0	0
	Обмолот комбайном Acros 550	2,3	44,8	41
	Обмолот комбайном Torum 750	0,14	23,2	22,6
Краса Дона	Ручной обмолот, контроль	0	0	0
	Обмолот комбайном Acros 550	2,63	45,5	42,5
	Обмолот комбайном Torum 750	0,45	25,8	24,6
Аксинья	Ручной обмолот, контроль	0	0	0
	Обмолот комбайном Acros 550	3,75	48,2	45,2
	Обмолот комбайном Torum 750	0,76	31,2	28,7
Станичная- классификатор	Ручной обмолот, контроль	0	0	0
	Обмолот комбайном Acros 550	1,92	40	36
	Обмолот комбайном Torum 750	0,03	22	21
НСР ₀₅	-	0,19	1,74	0,77

При обмолоте семян озимой пшеницы комбайном Torum 750 макроповреждения семян в среднем составили 0,35 %, что было ниже, чем у комбайна Acros 550. Отмечено увеличение количества макротравмированных семян в сравнении с контролем (ручной обмолот) у сортов Лидия – на 0,14 %, Краса Дона – на 0,45%, Аксинья – 0,76%, Станичная – 0,03%. Сорта Лидия и Станичная дробились в пределах ошибки разности средней, а сорта Краса Дона и Аксинья достоверно превышали по этому показателю и контроль (ручной обмолот) и сорт-классификатор Станичная ($НСР_{05} = 0,19 \%$). Тем не менее дробление семян при обмолоте комбайном Torum 750 не превышало допустимых на семенных участках значений.

Дробленные семена в процессе очистке и сортирования удаляются из зерновой массы, а семена с микроповреждениями не возможно убрать, кроме того при дальнейшей подработке число микротравм будет возрастать. Установлено, что общее количество микротравм семян при обмолоте комбайном Acros 550 находилось в пределах 40,0 – 48,2 % при среднем значении 44,1 %. Наибольшее их количество отмечено у сорта Акси́нья. Сорта Лидия, Краса Дона и Акси́нья показали достоверное превышение по данному признаку по сравнению с сортом-классификатором Стани́чная на 4,48, 5,5 и 8,2 % соответственно при $НСР_{05}=1,74$ %.

Общее количество микроповреждений при уборке комбайном Togum 750 находилось в пределах 22 – 31,1 %. Среднее значение признака составило 25,55 %, и было ниже на 17,5 %, чем при обмолоте комбайном Acros 550. Сорт Лидия показал несущественное превышение этого показателя (на 1,2 %) по сравнению с классификатором Стани́чная при $НСР_{05}=1,74$ %. Достоверно значимый рост общего числа микроповреждений был отмечен у сортов Краса Дона и Акси́нья.

Установлено, что количество микроповреждений зародыша семян при обмолоте комбайном Acros 550 колебалось от 36 до 45,2 %. Среднее значение по сортам составило 40,6 %. Максимальное количество травм зародыша отмечено у сорта Акси́нья. Все образцы достоверно превышали по этому признаку классификатор Стани́чная при $НСР_{05}=0,77$ %. Комбайн Togum 750 также привел к достоверному увеличению микроповреждений зародыша по сравнению с классификатором.

Сопоставляя уровень травмирования семян комбайнами Acros 550 и Togum 750, следует отметить, что после Acros число травмированных семян было больше, чем после Togum. Оба комбайна приводили в основном к травмам зародыша. Причем Togum практически не повреждал зерновки в области эндосперма, что вело к незначительному увеличению общего числа микротравм.

Для выявления доли влияния генотипа, варианта обмолота и их взаимодействия был проведен двухфакторный дисперсионный анализ, который

позволил выявить вклад изучаемых факторов в механические повреждения семян сортов озимой мягкой пшеницы в 2019 – 2020 гг. (таблица 4). Доля вклада фактора А (генотип сорта) при возникновении макроповреждений семян составляла 13,24 %. Это слабый вклад. Доля влияния фактора В (варианты обмолота семян) была наиболее значимой и составляла 34,21 %. Вклад фактора АВ (генотип х обмолот) был не значительным – 7,65 %. Вклад прочих факторов (экологические факторы) в макроповреждения семян был значителен и составлял 44,9 %.

Доля вклада варианта обмолота при возникновении общего количества микроповреждений семян была 38,9 %. Доля вклада генотипа сорта и взаимодействия факторов составлял 10,6 и 5,3 % соответственно. Это слабый вклад.

Таблица 4 - Доли влияния генотипа сорта, варианта обмолота семян и их взаимодействия на возникновение механических повреждений семян (2019 – 2020 гг.)

Фактор	Макроповреждения семян			Общее количество микроповреждений			Количество микроповреждений зародыша		
	Доля влияния, %	Fф	Fт	Доля влияния, %	Fф	Fт	Доля влияния, %	Fф	Fт
Генотип (А)	13,24	229,8	3,59	10,6	24,56	3,59	18,8	119,60	3,59
Обмолот (В)	34,21	4637,0	3,98	38,9	222,00	3,98	31,8	265,47	3,98
Взаимодействие генотип х обмолот (АВ)	7,65	88,9	3,09	5,3	7,59	3,09	6,4	34,20	3,09
Прочие факторы	44,9	-	-	45,2	-	-	43	-	-

Доля влияния прочих факторов при возникновении общих микроповреждений семян была значительной и составляла 45,2 %.

Аналогичная тенденция установлена при выявлении доли вкладов факторов при появлении микроповреждений зародыша. Значительное влияние на формирование признака оказывают вариант обмолота (31,8 %) и прочие факторы (43 %). Менее значимое влияние оказывает генотип (18,8 %) и незначительное

действие от взаимного влияния факторов (6,4 %). Однако, при сравнении вклада обмолота по трем видам травм, наибольшее влияние обмолот оказывает на возникновение общего количества микроповреждений, а на количество микроповреждений зародыша также достаточное влияние оказывает генотип. Более 50 % всей изменчивости при формировании того или иного признака являются регулируемые. Влияние генотипа, варианта обмолота и их взаимодействия были значимы ($F_{\phi} > F_T$).

3.2 Изменение посевных качеств семян озимой пшеницы в зависимости от степени их травмирования

Семена как живой объект характеризовались энергией прорастания, лабораторной, силой роста и полевой всхожестью по всем исследуемым сортам озимой мягкой и твердой пшеницы.

Всхожесть семян как основной признак их качества определяется во всех лабораториях мира. По данным многочисленных исследований семена с высокой лабораторной всхожестью содержат меньшее количество ненормально проросших семян, имеют высокую полевую всхожесть и выживаемость растений. Показатель лабораторной всхожести нормируется ГОСТом и для семян высоких репродукций мягкой пшеницы она должна быть не ниже 92 %, твердой – не ниже 90 %. Его дополняют определением энергии прорастания, которая не стандартизируется.

Энергично прорастающие в лаборатории семена лучше используют почвенную влагу при посеве, образуют крепкие растения, способные переносить неблагоприятные условия произрастания, противостоять заболеваниям и вредителям. По данным И.В. Карповича [57] механические повреждения зародыша вызывают отставание энергии прорастания по сравнению целыми семенами на 13 % и более.

Существует мнение, что у некоторых поврежденных семян возможна активизация прорастания по сравнению с неповрежденными, повышается энергия прорастания и лабораторная всхожесть в связи облегченным доступом воды и

кислорода через области травм. Так в исследованиях Г.Б. Ермилова [39] с зерном кукурузы установлено, что травмированные семена в первые три дня интенсивнее поглощают воду, быстрее набухают и прорастают, но затем процесс затухает, и эти семена отстают в развитии от целых.

При попадании семян в неблагоприятные условия хранения или при посеве в почву семена с механическими повреждениями усиленно поражаются патогенной микрофлорой. Продукты жизнедеятельности микроорганизмов токсичны, что еще более угнетает семянку и резко снижает способность к прорастанию [56,67]. Также известно, что травмированные семена в большей мере заселены микроорганизмами, чем целые. Микротравмы зародыша притягивают микроорганизмов больше, чем макроповреждения эндосперма. Это объясняется тем, что зародыш содержит большое количество питательных веществ (в частности жиров). В процессе прорастания семянки микроорганизмы размножаются особенно активно [189, 190].

3.2.1 Посевные качества семян озимой мягкой пшеницы

Анализ энергии прорастания семян озимой мягкой пшеницы в 2009 – 2011 гг. (таблица 5) выявил, что этот показатель был высоким и по разным сортам варьировал в пределах 78–94 %. Наименьшей она была у сорта-классификатора Станичная, что на 16 % ниже, чем у сорта Ермак и при $НСР_{05}=5,11$ % снижение является существенным. Сорта Донской маяк и Ростовчанка 3 также превышали по энергии прорастания сорт Станичная на 14 и 8 % соответственно, что превышает $НСР_{05}$. Коэффициент вариации за 3 года исследований был низким – 9 %.

Семена сорта Станичная с низким процентом микроповреждений в среднем за три года показали относительно низкую энергию прорастания – 78 %, за ним по мере возрастания этого показателя следуют сорта Ростовчанка 3 (86 %), Донской маяк (92 %) и Ермак (94 %). Такая закономерность в распределении сортов озимой мягкой пшеницы по энергии прорастания соответствует их последовательности по степени микроповреждений и характерна для всех лет

исследования, то есть подтверждается мнение, что травмированные семена в первые три дня интенсивнее поглощают воду, быстрее набухают и прорастают.

Таблица 3 – Энергия прорастания семян озимой мягкой пшеницы, %
(2009–2011 гг.)

Сорт	Год			Среднее
	2009	2010	2011	
Донской маяк	93	93	92	93
Ермак	92	96	93	94
Станичная-классификатор	73	85	75	78
Ростовчанка 3	89	81	87	86
НСР ₀₅	5,39	17,60	8,40	5,11
V, %	4	14	9	9

В 2009 году сорта Ермак, Донской маяк и Ростовчанка 3 показали высокую энергию прорастания, что на 20, 19 и 16 % выше, чем у сорта-классификатора Станичная и при НСР₀₅=5,39 % является существенным. В 2010 и 2011 гг. наблюдалась аналогичная тенденция. В 2010 году все сорта также имели высокую энергию прорастания и даже у сорта Станичная, как менее травмируемого она составила 85 %, что связано с высоким количеством микроповреждений семян в этом году. Установлено, что сорта с наибольшим количеством повреждений характеризовались большей величиной энергии прорастания, что связано с легкой доступностью воды через травмы в начальный период роста.

Первым и важнейшим условием для прорастания жизнеспособных семян является влага. При соприкосновении семян с водой она начинает поступать в них, что внешне выражается в набухании. По данным Н.Н. Кулешова [63], количество воды необходимое для набухания зависит, прежде всего, от химического состава семян, так как входящие в них вещества поглощают разное количество воды: белки – 180-250%, крахмал – 35-70%.

З.М. Калошина [54] указывала, что ход процесса набухания и поглощения воды, необходимой для прорастания, различаются не только у семян разных

видов сельскохозяйственных культур и сортов, но и у отдельных семян в пределах одного образца данного сорта. Минимальное количество воды необходимое для прорастания семян злаков, составляет около 50%. Стекловидное зерно пшеница отличается от мучнистой более высоким содержанием белка, большой плотностью и твердостью, поэтому требует для прорастания больше воды, чем крахмалистая.

Молекулы воды проникают как в коллоидные частицы семян (протеины, слизистые вещества, пектины и др.), так и в межклеточные и свободные капиллярные пространства. По данным Р.А. Тарасенко [139] удерживают влагу в зерновке семенная оболочка, алейроновый слой и зародыш, в которые она быстро проникает и связывается с их высокополимерами. После насыщения влагой они набухают и увеличиваются в объеме, затем процесс приостанавливается. Расположенный на границе зародыша с эндоспермом слой вытянутых клеток выполняет роль передатчика влаги от зародыша к эндосперму. Семена при набухании увеличивают свой объем и возникающее при этом внутреннее давление, может достигать 1000 бар. Этот процесс может протекать и у тех семян, у которых нет зародыша или он не жизнеспособен.

В наших исследованиях рассмотрена связь энергии прорастания микроповрежденных семян с набуханием. Для анализа взвешивали две повторности по 10 г семян, которые заливали водой. Через каждые два часа семена извлекали из воды, их поверхность обсушивали фильтровальной бумагой и взвешивали. Увеличение массы семян во время набухания выражали количеством поглощенной воды (%) от исходной массы навески (таблица 6).

В первые 2 часа после начала набухания семена сортов Станичная и Ростовчанка 3 медленнее остальных поглощали воду (19,3 и 17,8 % от массы семян соответственно), что связано с меньшим нарушением целостности их оболочек. Кроме того сорт Ростовчанка 3 относится к сильным пшеницам со средним содержанием белка 15,5 % (приложение 4) и высокой стекловидностью, что также может замедлять скорость набухания. Поэтому в первые 4 часа он набухал несколько медленнее, чем сорт Станичная, хотя по количеству

микроповреждений был всегда на втором месте после неё. Сорта Донской маяк и Ермак поглотили за 2 часа 21,9 и 22,1 % воды соответственно, как наиболее травмируемые, так как через повреждения идет прямой доступ воды.

Таблица 6 – Количество поглощенной воды семенами озимой мягкой пшеницы с разной степенью механических повреждений, % (2009-2011 гг.)

Сорт	Общее количество микроповреждений, %	Время набухания, час				
		2	4	6	8	24
Донской маяк	69	21,9	26,4	31,4	37,2	39,3
Ермак	76	22,1	27,2	31,8	36,1	40,0
Станичная-классификатор	53	19,3	24,3	29,6	35,4	37,1
Ростовчанка 3	63	17,8	24,0	30,5	36,6	38,2

Через 4 часа от начала набухания сорт Донской маяк поглотил еще 4,5 % воды; Ермак 5,1 %, (всего 27,2 %), Станичная – 5 % (всего 24,3 %); Ростовчанка 3 – 6,2 %.

В течение следующих 6 и 8-и часов количество поглощенной воды семенами возрастало по всем сортам, причем сорт Станичная поглотил 29,6 и 35,4 % воды соответственно, что было меньше, чем у остальных сортов.

Через 24 часа сорта озимой мягкой пшеницы по степени увеличения количества поглощенной воды семенами расположились в такой последовательности: Станичная (37,1 %), Ростовчанка 3 (38,2 %), Донской маяк (39,3 %), Ермак (40,0 %), то есть сорт Станичная, как более устойчивый к механическим повреждениям и с меньшим их числом медленнее всех поглощал воду. Сорт Ермак, как сильно травмируемый, за сутки поглотил воды на 2,9 % больше, чем сорт-классификатор Станичная.

Таким образом, большую энергию прорастания можно объяснить тем, что у сортов имеющих наибольшее количество микроповреждений, набухание семян происходило быстрее из-за более интенсивного поглощения воды.

Процесс набухания является реверсивным. При 100 %-ом доступе воды семена с большим количеством микроповреждений набухают быстрее, однако, они также быстро ее теряют в полевых условиях при иссушении посевного слоя почвы [62].

Стандартные методики оценки таких показателей как всхожесть и энергия прорастания семян рассчитаны на лабораторные условия. Травмированные семена способны давать проростки длиной до одного 1 см и относятся по ГОСТ Р 52325–2005 к кондиционным. По данным Л.В. Фадеева [156] энергия прорастания и лабораторная всхожесть у пшеницы практически не позволяет выявить такие повреждения как: повреждения эндосперма, алейронового слоя, повреждение оболочки над зародышем. Более того, незначительные повреждения оболочек даже способствуют увеличению энергии прорастания. Но именно лабораторная всхожесть указывается в документах, прилагаемых к семенному материалу, используемому на посев.

Исследования лабораторной всхожести семян озимой мягкой пшеницы (таблица 7) показали в среднем за годы изучения, что все сорта имели высокую лабораторную всхожесть 94–97 %, что превышает установленное ГОСТом минимальное для мягкой пшеницы значение 92 %. Тем не менее, сорт Ермак при всхожести 94 % уступил сорту Станичная на 3 % при $НСР_{05}=3\%$, проявил тенденцию к снижению по сравнению с сортом-классификатором Станичная. Сорта Донской маяк и Ростовчанка 3 показали за три года всхожесть 95 %, то есть превышение сорта Станичная незначительное. Вариация признака была низкая – 2 %. Следует отметить, что за все годы исследований лабораторная всхожесть, определяемая в благоприятных для прорастания лабораторных условиях, была и по сортам и по годам высокой.

В 2009 году сорт-классификатор Станичная показал самую высокую лабораторную всхожесть (98 %). Сорта Донской маяк и Ростовчанка 3 уступили по этому показателю сорту-классификатору Станичная на 5 и 4 % соответственно, что при $НСР_{05}=3,30\%$ было существенно; сорт Ермак показал снижение на 2 %, что незначительно. В 2010 году сорт-классификатор Станичная превзошел все

сорта на 1 %, что при $НСП_{05} = 0,75$ % было существенно. В 2011 году лишь у сорта Ермак наблюдалось существенное снижение лабораторной всхожести семян – на 4 % при $НСП_{05} = 2,56$ %.

Таблица 7 – Лабораторная всхожесть семян озимой мягкой пшеницы, %
(2009–2011 гг.)

Сорт	Год			Среднее
	2009	2010	2011	
Донской маяк	93	96	96	95
Ермак	96	96	93	94
Станичная- классификатор	98	97	97	97
Ростовчанка 3	94	96	95	95
$НСП_{05}$	3,30	0,75	2,56	3,00
V, %	2,00	0,50	2,00	2,00

Следовательно, высокая лабораторная всхожесть семян могла бы обеспечить высокую полевую всхожесть. Однако полученной информации по лабораторной всхожести было недостаточно для того, чтобы выявить влияние скрытых дефектов семян, вызванных механическими повреждениями. Необходимо было поставить семена в менее благоприятные условия прорастания. С этой целью в лабораторных условиях при определении силы роста почвенным тестом семена проращивались с равномерной заделкой на глубину 5 см в почве, взятой с поля, где закладывались полевые модельные опыты (рисунок 12).

Результаты многих исследователей [22, 43, 52, 150] и другие показывают, что большое количество семян с механическими повреждениями и высокой лабораторной всхожестью не выдерживают неблагоприятных внешних условий и погибают еще до того как начинают прорасть или позднее, на ранних стадиях развития.



Рисунок 12 – Определение силы роста семян в почве

Чем дольше семя находится в почве, тем меньше вероятность его прорастания. По сравнению с лабораторной всхожестью неблагоприятными условиями для определения силы роста можно считать более низкую влажность почвы и заделку семян на глубину 5 см.

Как показали исследования Т.В. Суббота [132], в зависимости от степени механических повреждений снижение силы начального роста семян происходит на 24 – 28 %. Таким образом, можно выявлять скрытые дефекты посевных партий и прогнозировать полевую всхожесть.

Величина силы роста семян в почве в среднем за 2009 – 2011 гг. варьировала по сортам в пределах 78–87 % (таблица 8) при низкой изменчивости признака (7 %).

Все сорта снизили силу начального роста семян по сравнению с лабораторной всхожестью в среднем на 10 – 16 %. Максимальное снижение отмечено у сорта Ермак. У остальных сортов оно составило 10 – 11 %. В среднем сила роста составила 84 %, большей она была у сорта-классификатора Станичная, наименьшая – у сорта Ермак. Снижение силы роста сорта Ермак по сравнению с классификатором Станичная составило 9 %, что при $НCP_{05} = 6\%$ является существенным. Аналогичная тенденция наблюдалась в течение всех лет изучения влияния микроповреждений семян на силу роста их в почве.

Таблица 8– Сила начального роста семян озимой мягкой пшеницы, %
(2009–2011 гг.)

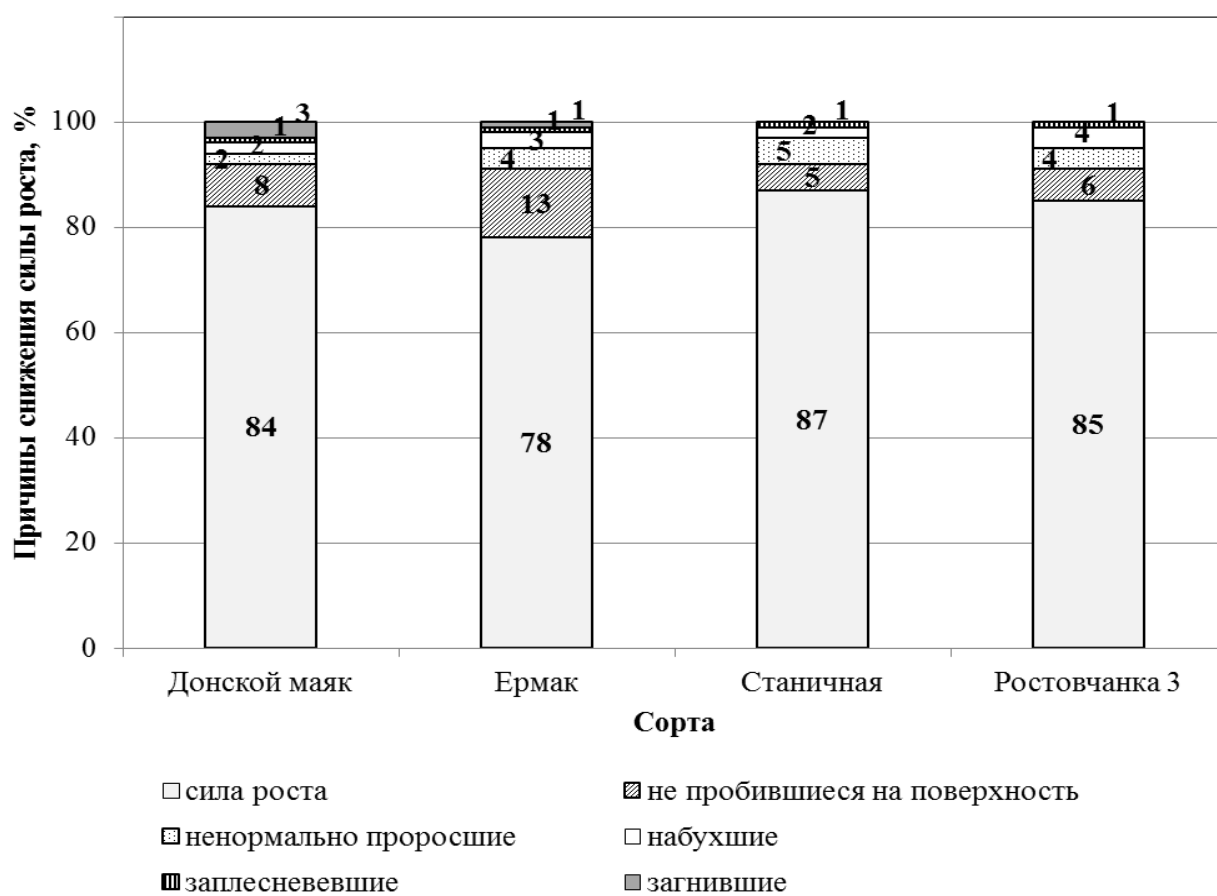
Сорт	Год			Среднее	Отклонение от лабораторной всхожести
	2009	2010	2011		
Донской маяк	88	79	86	84	-11
Ермак	85	73	77	78	-16
Станичная- классификатор	90	81	90	87	-10
Ростовчанка 3	87	79	89	85	-10
НСР ₀₅	3,12	5,20	8,87	6,00	-
V, %	2,00	4,00	7,00	7,00	-

В 2009 году сорт озимой мягкой пшеницы Станичная показал высокую силу роста семян – 90 %, сорт Ермак – на 5 % ниже, чем сорт-классификатор Станичная, что при $НСР_{05} = 3,12$ % является существенным. Сорта Донской маяк и Ростовчанка 3 снизили силу роста на 2 и 3 % соответственно, что было не существенным. В 2010 и 2011 гг. наблюдались аналогичные результаты. Однако в 2010 году все сорта показали более низкую силу роста семян, чем в другие годы исследований. У сорта Станичная она была 81 %, у сорта Ермак – 73 %, то есть на 8 % ниже, что при $НСР_{05} = 5,2$ % является существенным. У остальных сортов снижение силы роста по сравнению с сортом-классификатором Станичная было не существенным. Приведенные результаты объясняются большим количеством макро- и микроповреждений семян полученных во время уборки в 2010 году у всех сортов. Отклонение средних величин силы роста от лабораторной всхожести составило 10 – 16 %. В большей степени снижение наблюдалось у сорта Ермак.

При прорастании семени вначале появляется зародышевый корешок, который в силу геотропизма всегда дает изгиб книзу. Он опережает в развитии другие органы зародыша, благодаря чему молодой корешок быстро укрепляется в почве, и обеспечивает приток новых питательных веществ. Спустя некоторое время из семени появляется зародышевый побег. Поэтому для нормального

развития всходов особое значение приобретают качество семян, глубина посева, улучшенная обработка почвы и т. п.

Из целых семян развиваются сильные, идущие вверх ростки. Всходы пшеницы из семян с микроповреждениями не появляются на поверхность почвы потому, что еще в почве coleoptиль открывается, освобождается первый лист, а он не может пробиться на поверхность. Слабые ростки, потерявшие геотропическую ориентацию, очень часто скручиваются у самого семени в «штопор» [43, 68]. Количество проросших семян, но не пробившихся на поверхность почвы по сортам изменялось от 5 до 13 % (рисунок 13).



Станичная -классификатор

Рисунок 13 –Причины снижения силы роста семян сортов озимой мягкой пшеницы, % (2009–2011 гг.)

Анализ проростков сорта Ермак показал, что основной причиной низкой силы роста является то, что 13 %семян не смогли дать сильные ростки, которые бы пробились на поверхность. Это связано с высоким количеством общих

микроповреждений и повреждений зародыша семян (76 и 47 % соответственно). У сорта Донской маяк также отмечено большое количество не пробившихся на поверхность ростков (8 %). Сорт Ростовчанка 3 был на одном уровне с сортом-классификатором Станичная. При анализе были обнаружены ненормально проросшие семена. У таких проростков отсутствовали либо корешки, либо росток. Их количество по сортам изменялось в пределах 2 – 5 %. Меньше всего их было у сорта Донской маяк. Остальные сорта находились на одном уровне (4 – 5 %). Количество набухших семян (упругих, но без корешков и ростка) было 2 – 4 % и, возможно, при большем доступе воды они смогли бы дать нормально развитые проростки. Кроме того процесс прорастания был нарушен не только тем, что изменялась физиология прорастания семени, но также вследствие воздействия микрофлоры, которая поселяется в местах повреждений. При этом продукты жизнедеятельности микроорганизмов попадают внутрь семени и вызывают патологические изменения. Заплесневевших семян по всем сортам было не более 1 %. Загнившие семена наблюдались лишь у сортов с высоким числом микроповреждений – Донской маяк (3 %) и Ермак (1 %).

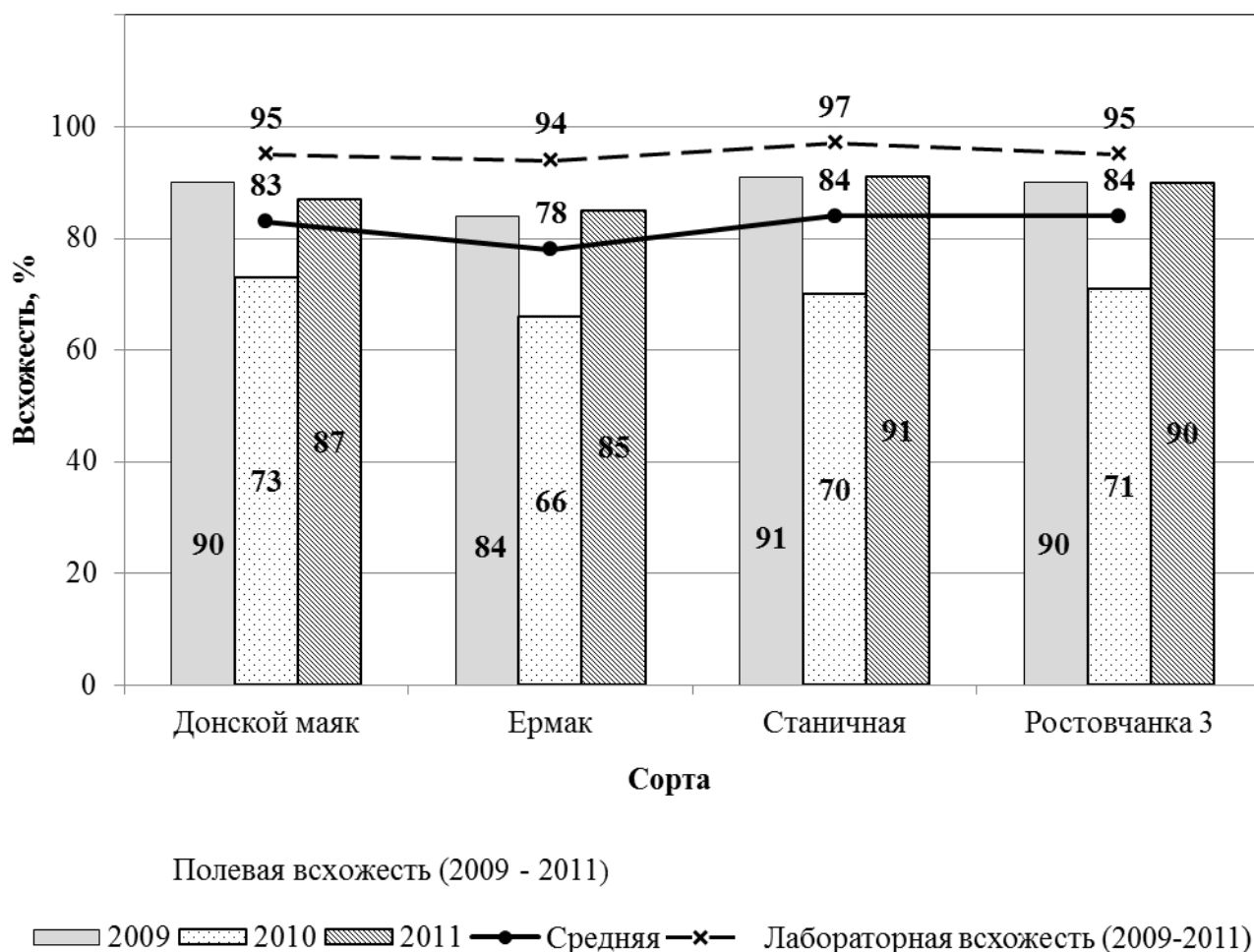
Таким образом, отрицательное влияние механических повреждений на качество семян, а именно на силу роста, в большей степени проявилось у сорта Ермак с низкой устойчивостью к механическим воздействиям и высоким числом макро- и микроповреждений.

Как было изложено выше энергия прорастания и лабораторная всхожесть характеризовались высокими значениями и не позволили выявить существенные различия в сортах по посевным качествам при стандартной оценке. Определение силы роста семян в почве показало реакцию сортов на внешние факторы, смоделированные в лабораторных условиях. В производственных условиях в значительной степени качество семян проявляется при определении полевой всхожести.

Лабораторная и полевая всхожесть – это два физиологически различных показателя. Лабораторную всхожесть определяют на ранних этапах развития проростков при гетеротрофном типе их питания за счет запасов семени. Полевая

всхожесть определяется на более поздних этапах роста, в начальный период перехода к автотрофному типу питания, видимо, поэтому определяемая лабораторная всхожесть и энергия прорастания не всегда являются показателями способности семян давать в полевых условиях дружные и хорошо растущие всходы.

Результаты исследований полевой всхожести (рисунок 14, приложение 15) показали, что в среднем за три года по сортам она составила 82 %, при врыировании средних величин от 78 % (Ермак) до 84 % (Станичная-классификатор и Ростовчанка 3).



Станичная-классификатор

Рисунок 14 –Полевая и лабораторная всхожесть семян сортов озимой мягкой пшеницы, % (2009 – 2011 гг.)

Сорт Донской маяк показал полевую всхожесть семян – 83 %. Снижение полевой всхожести у сорта Ермак на 6% по сравнению с сортом-классификатором Станичная достоверно доказанная величина ($НСП_{05}=6,36\%$).

В 2009 году сорт-классификатор Станичная показал наибольшую полевую всхожесть – 91 %, на одном с ним уровне находились сорта Донской маяк и Ростовчанка 3 – по 90 %. Только сорт Ермак существенно уступил сорту Станичная – на 7 % при $НСП_{05}= 4,8\%$. Полевая всхожесть сортов озимой пшеницы в 2010 году была самая низкая, что связано с высоким количеством микроповреждений семян в этот год по всем сортам, а также с погодными условиями осени –повышенный температурный режим и недобор осадков по сравнению с другими годами изучения и со средненоголетними показателями. Полевая всхожесть сортов Донской маяк, Станичная и Ростовчанка 3 находилась на одном уровне (73, 70 и 71 % соответственно); сорт Ермак показал самую низкую полевую всхожесть – 66 %, что при $НСП_{05}= 4,42\%$ является достоверным. В 2011 году сорт-классификатор Станичная показал полевую всхожесть 91 %, сорт Ростовчанка 3 незначительно ему уступил (на 1 %) при $НСП_{05}=4,13\%$, сорта Донской маяк и Ермак существенно уступили классификатору Станичная (на 4 и 6 % соответственно).

Посев озимой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области часто производится при пограничных запасах влаги в почве и частых повышениях температуры после посева. Задержка всходов при этом приводит к тому, что питательные вещества тратятся не на ростовые процессы, а на поддержание жизни зерновки и последующее прорастание ослабевает. За время длительного пребывания в почве поврежденные семена значительно поражаются почвенными микроорганизмами, которые еще более ослабляют потенциал семян. В среднем за три года отклонение показателя полевой всхожести от лабораторной составило 16 – 11 %, видно преимущество сорта-классификатора Станичная перед остальными сортами, а более низкий показатель полевой всхожести, как элемента структуры урожая – по сорту Ермак.

Таким образом, наиболее высокие показатели силы роста семян, полевой всхожести обнаружены у сорта-классификатора Станичная, тогда как пониженные – у сорта Ермак, то есть проявляется неблагоприятная роль механических повреждений в снижении полевой всхожести, что может в дальнейшем отразиться на урожайности.

Полученные, данные показывают, что определение энергии прорастания и лабораторной всхожести, предусмотренных ГОСТом, в условиях интенсификации производственных процессов, когда семена на протяжении всего технологического процесса подвергаются интенсивному механическому воздействию, не позволяет предсказать поведение этих партий в полевых условиях. Тогда как определение силы роста семян в почве, прорастанием в условиях приближенным к полевым, позволило спрогнозировать величину полевой всхожести и выявить реакцию сортов на скрытые дефекты семян, нанесенные во время уборки.

3.2.2 Посевные качества семян озимой твердой пшеницы

Посевные качества семян сортов озимой твердой пшеницы оценивали по тем же признакам, что и сорта озимой мягкой пшеницы. Определение энергии прорастания семян озимой твердой пшеницы (таблица 9) выявило, что в среднем за 2009 – 2011 гг. она находилась в пределах 79–93 %. Наиболее высокой она была у сорта Дончанка, низкой – у сорта-классификатора Аксинит (79 %), который отличался меньшим количеством повреждений. Энергия прорастания сорта Донской янтарь несущественно превышала ее у классификатора Аксинит (на 6 % при $НСР_{05} = 8,7$ %).

У сортов Жемчужина Дона, Гелиос и Дончанка энергия прорастания превысила сорт-классификатор Аксинит (на 10, 9 и 14 % соответственно), что является существенным. Закономерность в распределении сортов озимой твердой пшеницы по энергии прорастания соответствует их последовательности по степени микроповреждений и характерна для всех лет исследования.

В 2009 году все сорта показали относительно низкую энергию прорастания (61 – 90 %). Классификатор Аксинит характеризовался самой низкой энергией прорастания.

Таблица 9 – Энергия прорастания семян озимой твердой пшеницы, %
(2009–2011 гг.)

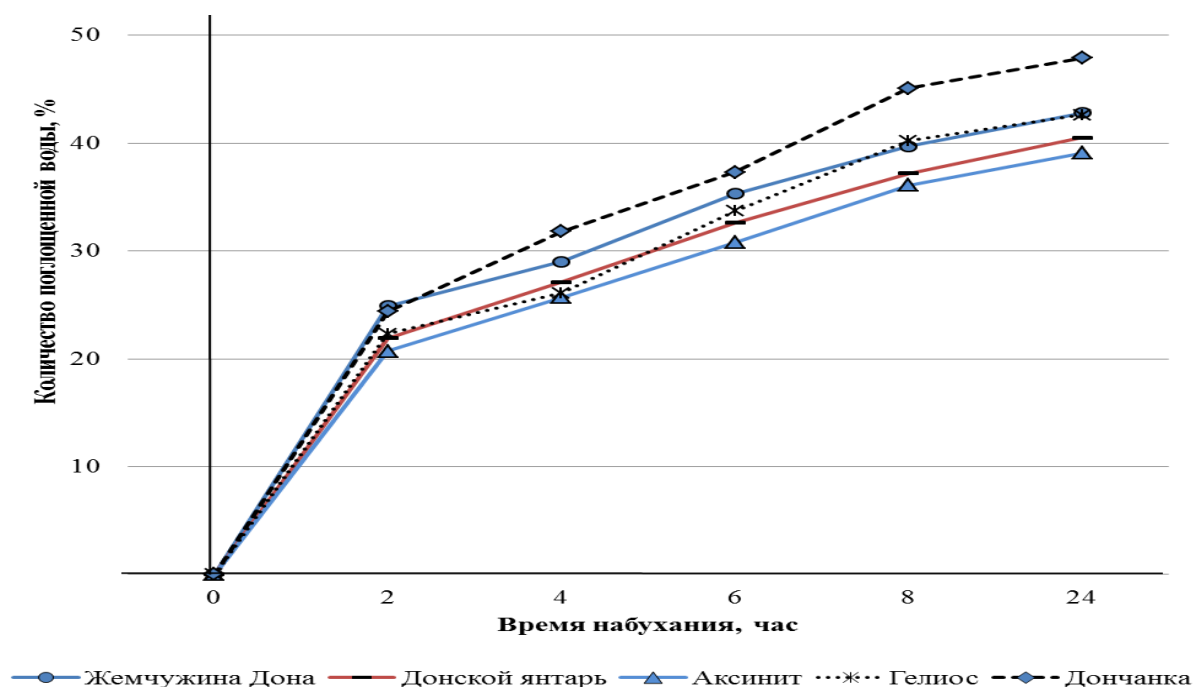
Сорт	Год			Среднее
	2009	2010	2011	
Жемчужина Дона	80	95	90	89
Донской янтарь	76	95	83	85
Аксинит-классификатор	61	94	81	79
Гелиос	79	98	89	88
Дончанка	90	94	96	93
НСР ₀₅	14,3	2,2	8,0	8,7
V, %	13,0	2,0	6,0	9,0

Остальные сорта обладали повышенной энергией прорастания семян. Так сорт Жемчужина Дона превышал по энергии прорастания семян сорт-классификатор Аксинит на 19 %, Донской янтарь – на 15 %, Гелиос – на 18 %, а генотип Дончанка – на 29 %, что при НСР₀₅ = 14,3 % является существенным. В 2010 году все сорта также имели высокую энергию прорастания и даже у классификатора Аксинит, как менее травмируемого, она составила 94 %. Только сорт Гелиос существенно превысил энергию прорастания семян генотипа Аксинит (на 4 % при НСР₀₅ = 2,2 %). В 2011 году была также отмечена высокая энергия прорастания семян. Сорта Жемчужина Дона, Гелиос и Дончанка превышали по энергии прорастания сорт-классификатор Аксинит на 9, 8 и 15 % соответственно, что при НСР₀₅ = 8 % является существенным.

Установлено, что у сорта-классификатора Аксинит, имеющего малое количество микроповреждений, набухание семян происходило медленнее из-за более низкой интенсивности поглощения воды семенами, соответственно и энергия прорастания была относительно низкой.

Более быстрое набухание семян, вследствие ускоренного поглощения воды, наблюдалось у сортов озимой твердой пшеницы с наибольшим количеством микроповреждений зародыша – Жемчужина Дона и Дончанка, которые также подвергались и наибольшему дроблению (соответственно 42,8 и 47,9 % воды в течение суток), медленнее этот процесс шел у сорта-классификатора Аксинит, более устойчивого к механическим повреждениям семян (39,1 % воды) (рисунок 15, приложение 14).

В первые 2 часа от начала набухания семена сорта-классификатора Аксинит медленнее остальных поглощали воду (20,7 % воды от массы семян), что связано с меньшим нарушением целостности их оболочек. Семена сортов Жемчужина Дона и Дончанка поглотили за 2 часа 24,9 и 24,4 % воды соответственно, как наиболее травмируемые, так как через повреждения идет прямой доступ воды. Семена сортов Донской янтарь и Гелиос набухали примерно одинаково (21,9 и 22,3 % воды соответственно).



Аксинит-классификатор

Рисунок 15 – Количество поглощенной воды семенами озимой твердой и тургидной пшеницы с разной степенью механических повреждений, % (2009-2011 гг.)

Через 4 часа интенсивность поглощения воды была не равнозначна по сортам. Семена сорта Жемчужина Дона поглотили еще 4,1 % воды (всего 29,0 %); Донской янтарь – 5,2 % (всего 27,1 %), Аксинит – 5 % (всего 25,7 %), Гелиос – 3,8 % (всего 26,1 %), Дончанка – 7,4 % (всего 31,8 %).

В течение следующих 6 – 8-и часов количество поглощенной воды семенами возрастало по всем сортам. Сорт-классификатор Аксинит поглотил 30,8 и 36,1 % воды соответственно, что было меньше, чем у остальных генотипов.

Семена сорт Жемчужина Дона через 24 часа от начала набухания поглотили воды больше, чем семена сорт-классификатора Аксинит за это же время на 3,7 %, а Дончанка – на 8,8 %.

Процесс набухания семян сортов Донской янтарь и Аксинит шел плавно в течение суток, в то время как у других генотипов – скачками. При этом все сорта имеют сходные показатели по макаронно-крупным качествам (содержание белка 15 – 16 %, стекловидность 87 % и более (приложение 5)). Поэтому разница в скорости набухания семян действительно связана с разной степенью их механических повреждений. За 24 часа сорта озимой твердой пшеницы по степени увеличения количества поглощенной воды семенами расположились в такой последовательности: классификатор-Аксинит (39,1 %), Донской янтарь (40,5 %), Гелиос (42,6 %), Жемчужина Дона (42,8 %), Дончанка (47,9 %), то есть сорт Аксинит, как более устойчивый к механическим повреждениям и с меньшим их числом медленнее всех поглощал воду.

Мы считаем, что большую энергию прорастания можно объяснить тем, что у сортов имеющих наибольшее количество микроповреждений, набухание семян происходило быстрее из-за более интенсивного поглощения воды

Если семена мягкой озимой пшеницы набухают и прорастают при 50 – 60 % влажности почвы от полной полевой влагоемкости, то для высоко стекловидного зерна твердой озимой пшеницы она должна быть на 15 – 20% больше. При недостатке влаги твердая пшеница более чувствительна к ее дефициту в почве и сильно страдает от осенней засухи. При засухе часть набухших семян плесневеет, снижается всхожесть, происходит изреживание всходов и даже их полная гибель.

Поскольку в период прорастания семян в микроповреждения могут проникать одновременно с водой и микроорганизмы, то можно полагать, что сорт-классификатор Аксинит будет более устойчив к поражению патогенами в полевых условиях, где влажность может изменяться, а процессы прорастания и появления всходов затягиваться.

Анализ лабораторной всхожести по сортам озимой твердой пшеницы показал, что у всех сортов она соответствовала требованиям ГОСТ Р 52325 – 2005 и превышала 90 % (у твердой пшеницы нормируемая ГОСТом всхожесть на 2 % ниже по сравнению с мягкой) и находилась в пределах 93–98 % при слабой вариации этого показателя– 2,3 % (таблица 10).

Таблица 10 – Лабораторная всхожесть семян озимой твердой пшеницы, %
(2009–2011 гг.)

Сорт	Год			Среднее
	2009	2010	2011	
Жемчужина Дона	96	98	94	96
Донской янтарь	97	98	96	97
Аксинит- классификатор	98	99	97	98
Гелиос	97	99	97	98
Дончанка	90	97	96	93
НСР ₀₅	3,31	1,12	1,64	3,02
V, %	3,00	0,80	1,00	2,30

Тем не менее, сорта Жемчужина Дона и Дончанка при всхожести семян 96 и 93 % соответственно уступили сорту-классификатору Аксинит на 2 и 5% при НСР₀₅=3 %, проявив склонность к снижению лабораторной всхожести. Сорт Жемчужина Дона показал за три года незначительное снижение всхожести по сравнению с генотипом Аксинит. Сорт Дончанка за три года исследований при высоком показателе всхожести уступил генотипам Аксинит и Гелиос на 5 %, что при НСР₀₅=3,02 % является существенным. Следует отметить, что за все годы исследований лабораторная всхожесть, определяемая в благоприятных для

прорастания лабораторных условиях, была и по сортам и по годам высокой и соответствовала требованиям ГОСТа.

В 2009 году семена сорт-классификатора Аксинит показали самую высокую лабораторную всхожесть семян (98 %). Сорта Жемчужина Дона, Донской янтарь и Гелиос снизили лабораторную всхожесть по сравнению с генотипом Аксинит на 1 – 2 %, что при $НСР_{05}=3,31\%$ было несущественно. Сорт Дончанка показал достоверное снижение на 8 %. В 2010 году лишь сорт Дончанка существенно уступил по лабораторной всхожести сорту-классификатору Аксинит на 2 % при $НСР_{05}=1,12\%$. В 2011 году все сорта снизили лабораторную всхожесть по сравнению с Аксинит. Только у сорта Жемчужина Дона наблюдалось существенное снижение лабораторной всхожести семян – на 3 % при $НСР_{05}=1,64\%$.

Установлено, что серьезных различий между сортами по показателю лабораторной всхожести семян не выявлено, и все они могли бы обеспечить высокую полевую всхожесть при наличии оптимальных условий обеспеченности влагой и равномерной заделки семян по глубине.

Таким образом, по твердой пшенице также как и по мягкой достоверной информации, о качестве посевных партий анализом энергии и лабораторной всхожести не получено.

Твердая пшеница, требующая большего количества влаги для прорастания семян, медленнее набухающая в недостаточно благоприятных условиях осеннего прорастания может более резко реагировать на скрытые повреждения. Результаты определения силы начального роста семян озимой твердой пшеницы в почве в 2009 – 2011 гг. показали, что по сортам она варьировала в пределах 64–87 % при средней величине 74 % и средней вариации – 13 % (таблица 11).

Снижение силы роста семян сорта Жемчужина Дона по сравнению с классификатором Аксинит составило 20 %, генотипа Дончанка – 23 %, что при $НСР_{05}=15,3\%$ является существенным. Такая тенденция наблюдалась в течение всех лет изучения влияния травмирования семян на их силу роста в почве. Сила

роста семян в почве сортов Донской янтарь и Гелиос в среднем за три года была ниже, чем у классификатора Аксинит на 10 %, что не существенно.

Таблица 11 – Сила начального роста семян озимой твердой пшеницы, %
(2009–2011 гг.)

Сорт	Год			Среднее	Отклонение от лабораторной всхожести
	2009	2010	2011		
Жемчужина Дона	73	50	78	67	-29
Донской янтарь	86	62	84	77	-20
Аксинит- классификатор	92	79	89	87	-11
Гелиос	85	66	81	77	-21
Дончанка	73	56	65	64	-29
НСР ₀₅	11,4	14,7	12,1	15,3	-
V, %	10,0	17,0	11,0	13,0	-

В 2009 году сорт озимой твердой пшеницы Аксинит показал высокую силу роста семян – 92 %, сорта Жемчужина Дона и Дончанка – на 19 % ниже, чем классификатор Аксинит, что при НСР₀₅ =11,4 % является существенным. Сорта Донской янтарь и Гелиос снизили силу роста семян на 6 и 7 % соответственно, что было не существенным. В 2010 году все сорта показали более низкую силу роста семян, чем в другие годы исследований. У сорта-классификатора Аксинит она была 79 %, у сортов Жемчужина Дона, Донской янтарь и Дончанка – на 29, 17 и 23 % ниже соответственно, то есть при НСР₀₅ =14,7 % является существенным. У сорта Гелиос снижение силы роста семян по сравнению с классификатором за все годы исследований было не существенным. Полученные в 2010 году данные силы роста объясняются большим количеством макро- и микроповреждений семян полученных во время уборки в этом году у всех сортов. В 2011 году лишь сорт Дончанка показал силу роста семян на 24 % ниже, чем генотип Аксинит, что при НСР₀₅ = 12,1 % является существенным.

Все сорта снизили силу начального роста семян по сравнению с их лабораторной всхожестью в среднем на 11 – 29 %. Наибольшее снижение

отмечено у сортов Жемчужина Дона и Дончанка, у сортов Донской янтарь и Гелиос – на 20 и 21 % соответственно. Минимальное снижение силы начального роста семян от лабораторной всхожести наблюдалось у сорта-классификатора Аксинит – на 11 %.

Установлено, что наиболее высокая сила роста семян была у сорта Аксинит, с наименьшим дроблением и низким количеством общих микроповреждений и повреждений зародыша. Наименьшая сила роста – у сортов Дончанка и Жемчужина Дона, у которых дробление, общее количество микроповреждений и количество микроповреждений в области зародыша были наибольшими. Отклонение силы роста от лабораторной всхожести твердой пшеницы больше на 10 %, чем у мягкой.

При определении силы роста семян почвенным тестом общее количество не появившихся на поверхность почвы ростков по сортам озимой твердой пшеницы варьировало от 13 до 36 % (рисунок 16).



Рисунок 16 – Сила роста семян и причины её снижения у семян сортов озимой твердой пшеницы, % (2009–2011 гг.)

Причины снижения силы роста были объясняются тем, что часть семян, имея сильные ростки не смогли дать нормально развитые проростки на поверхности почвы (8–22 %). Среди них были искривленные ростки, часть семян загнила (1–6 %) и заплесневела (1–2 %), часть набухла (1–2 %), остальные семена были ненормально проросшие (1–7 %).

Анализ проростков сорта Дончанка показал, что основной причиной низкой силы роста является то, что 22 % семян не смогли дать сильные ростки, которые бы пробились на поверхность. Это связано с высоким количеством общих микроповреждений и повреждений зародыша семян (88 и 70 % соответственно). У сорта Жемчужина Дона также отмечено большое количество не пробившихся на поверхность ростков (20 %). Сорта Донской янтарь и Гелиос были на одном уровне – число не пробившихся на поверхность ростков составило 15 и 13 % соответственно. Самое низкое количество не пробившихся на поверхность ростков наблюдалось у сорта Аксинит (8 %). При анализе были обнаружены ненормально проросшие семена. Больше всего их было у сортов Жемчужина Дона и Дончанка – по 7%, Донской янтарь и классификатор Аксинит были близки между собой (3 – 5 %). Меньше всего таких семян было у сорта Гелиос – 1%. Количество набухших семян по сортам твердой пшеницы было незначительным.

Процесс прорастания был нарушен не только тем, что изменялась физиология прорастания семени, но также вследствие воздействия микрофлоры, которая поселяется в местах повреждений. Заплесневевших семян по всем сортам было не более 1 – 2 %. Загнившие семена наблюдались лишь у сортов с высоким числом микроповреждений – Жемчужина Дона (5 %), Дончанка (4 %) и Гелиос (6 %).

Таким образом, отрицательное влияние механических повреждений на качество семян, а именно, на силу роста, в большей степени проявилось у сортов Жемчужина Дона и Дончанка с низкой устойчивостью к механическим воздействиям и высоким числом макро- и микроповреждений семян.

Как говорилось ранее энергия прорастания и лабораторная всхожесть характеризовались высокими показателями, что не позволили выявить существенных различий в сортах по посевным качествам при стандартной оценке.

Само прорастивание травмированных семян в почве, когда им надо было пробиваться через слой почвы, явилось стрессом при прорастании. Искривленные ростки с нарушением геотропической ориентацией при пробивании через слой почвы изгибаются (рисунок 17) и, поражаясь грибами и бактериями, вскоре погибают, полевая всхожесть семян при этом резко снижается. Определение силы роста семян позволило нам выявить реакцию сортов на внешние факторы, смоделированные в лабораторных условиях. Сорт Аксинит проявил себя как генотип с большей устойчивостью к механическим повреждениям семян, он меньше остальных прореагировал на внешние факторы, поэтому его семена показали наибольшую силу роста.



Рисунок 17 – Проростки с нарушением геотропической ориентации

В производственных условиях в значительной степени качество семян проявляется при определении полевой всхожести. Полевая всхожесть семян озимой твердой пшеницы в среднем за три года составила по сортам 77 %, с варьированием от 73 до 80 % (рисунок 18, приложение 16).

По полевой всхожести, как и по другим признакам выделился сорт-классификатор Аксинит (80 %). Наименьшая величина полевой всхожести была

у сорта Дончанка, с наибольшим количеством микроповреждений в области зародыша. Следует отметить, что за 2009 – 2011 годы исследований период прорастания семян характеризовался сравнительно благоприятными условиями по увлажнению, что и позволило получить достаточно высокую полевую всхожесть. Это можно объяснить и тем, что определяемая во время полных всходов полевая всхожесть увеличилась за счет проростков, которые при определении силы роста были в группе ростков не пробившихся за 10 суток.

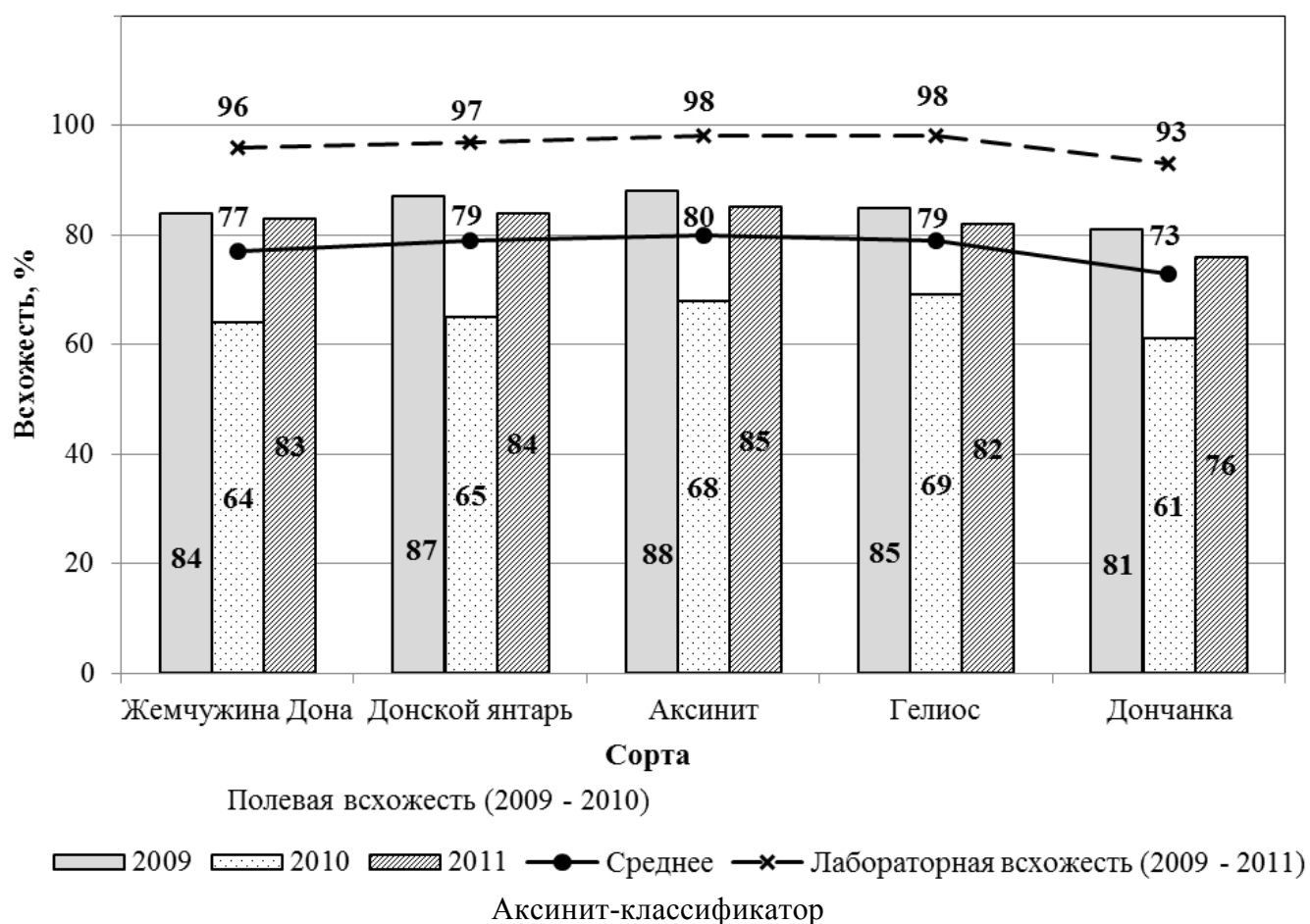


Рисунок 18 – Полевая и лабораторная всхожесть семян сортов озимой твердой пшеницы, % (2009 – 2011 гг.)

Анализ результатов исследований полевой всхожести показал преимущество сорта Аксинит перед остальными генотипами и более низкие значения по образца Жемчужина Дона и Дончанка. Сорт Аксинит показал полевую всхожесть семян – 80 %. Снижение полевой всхожести у других сортов твердой пшеницы по сравнению с классификатором Аксинит составило 1 – 7 %.

Однако, достоверным было снижение только у сорта Дончанка – на 7 % при $НСР_{05}=6,2$ %.

В 2009 году сорт озимой твердой пшеницы Аксинит показал наибольшую полевую всхожесть семян – 88 %. Сорта Донской янтарь и Гелиос уступили ему на 1 и 3 % соответственно. Но только сорта Жемчужина Дона и Дончанка существенно уступили сорту Аксинит – на 4 и 7 % соответственно при $НСР_{05}=3,67$ %. Полевая всхожесть сортов озимой твердой пшеницы в 2010 году была самая низкая, что связано с высоким количеством микроповреждений семян в этот год по всем сортам, а также с погодными условиями (теплая и сухая осень). Полевая всхожесть семян сортов Аксинит и Гелиос находилась на одном уровне (68 и 69 % соответственно). Сорт Донской янтарь показал полевую всхожесть несколько ниже – 65 %, а Жемчужина Дона и Дончанка достоверно уступили классификатору Аксинит – на 4 и 7 % соответственно при $НСР_{05}=4,31$ %. В 2011 году сорт Аксинит показал полевую всхожесть семян 85 %, сорта Жемчужина Дона, Донской янтарь и Гелиос незначительно ему уступил (на 2, 1 и 3 % соответственно) при $НСР_{05}=4,74$ %, а сорт Дончанка существенно уступил Аксиниту (на 9 %).

Лабораторная всхожесть семян по всем сортам была на 2–6 % выше величины, установленной ГОСТом. Снижение полевой всхожести семян от лабораторной составило 18–20 %. При этом более сильное снижение наблюдалось у сортов Жемчужина Дона (на 19 %) и Дончанка (на 20 %), имеющих, соответственно, больший процент макроповреждений семян (8,9 и 5,91 %), большее количество общих микроповреждений (89 и 88 %), повреждений зародыша (64 и 70 %) и низкую силу роста семян в почве (67 и 64 %). Таким образом, определение силы роста и полевой всхожести семян позволило установить связь показателей качества семян с количеством механических повреждений и выявить сорт озимой твердой пшеницы Аксинит как генотип с наименьшей реакцией. Даже высокая энергия прорастания и повышенная лабораторная всхожесть не гарантировали лучшей полевой всхожести по отдельным сортам.

3.2.3 Посевные качества семян озимой мягкой пшеницы при обмолоте разными комбайнами

Анализ посевных качеств и биологических свойств семян с разной степенью механических повреждений, полученных при обмолоте в 2019 – 2020 гг. показал, что энергия прорастания семян с разной степенью механических повреждений, полученных при обмолоте находилась в контроле в пределах 75 - 79 % (ручной обмолот), в опыте – 86 - 90 % (обмолот комбайнами Acros 550) и 87 - 89 % (Torum 750) при среднем значении изучаемого признака 84% (таблица 12).

Таблица 12 - Посевные качества и биологические свойства семян с разной степенью механических повреждений, полученных при обмолоте, 2019 – 2020 гг.

Сорт (генотип)	Опыт (обмолот)	Энергия прораста ния семян, %	Лаборато рная всхожест ь семян, %	Сила роста семян, %	Масса зеленых ростков, г	Полевая всхожест ь%
Лидия	Ручной обмолот, контроль	76	98	86	5,20	80
	Обмолот комбайном Acros 550	88	94	83	4,00	72
	Обмолот комбайном Torum 750	87	95	84	5,00	74
Краса Дона	Ручной обмолот, контроль	78	99	80	5,00	74
	Обмолот комбайном Acros 550	89	95	73	3,50	61
	Обмолот комбайном Torum 750	88	95	79	3,90	62
Аксинья	Ручной обмолот, контроль	79	98	75	4,80	69
	Обмолот комбайном Acros 550	90	93	66	3,60	59
	Обмолот комбайном Torum 750	89	95	76	4,50	60
Станичная- классифика- тор	Ручной обмолот, контроль	75	99	81	5,10	76
	Обмолот комбайном Acros 550	86	95	77	3,80	67
	Обмолот комбайном Torum 750	87	96	80	5,00	69
НСР ₀₅	-	4,06	3,31	5,71	0,28	5,32

Отмечено небольшое увеличение энергии прорастания у семян с механическими повреждениями, по сравнению с целыми, так как через травмы облегчается доступ воды в семена. После определения наименьшей существенной разности ($НСП_{05}=4,06\%$) было выявлено, что энергия прорастания семян сортов озимой мягкой пшеницы имела существенные различия после обмолота разными способами.

Оценка лабораторной всхожести семян показала, что максимальных значений она достигала в контроле при выделении семян из колоса вручную (98 - 99 %), то есть без механических повреждений. Обмолот семян озимой пшеницы комбайном Acros 550 привел к снижению данного показателя по сравнению с ручным обмолотом на 4 % у сортов Лидия, Краса Дона и Станичная, на 5 % у сорта Аксинья. Среднее значение лабораторной всхожести семян, обмолоченных комбайном Acros 550 составило 94 %. Максимальная величина отмечена у сортов Краса Дона и Станичная (по 95 %). Сорт Аксинья показал минимальное значение (93 %) и достоверно уступил контролю (при $НСП_{05}=3,31\%$).

После обмолота семян озимой пшеницы комбайном Togum 750 лабораторная всхожесть в среднем составила 95%, что было на 1 % выше, чем после комбайна Acros 550. При сравнении лабораторной всхожести изучаемых сортов с сортом-классификатором Станичная данный показатель был в пределах ошибки разности средних.

Все сорта проявили высокую энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян, удовлетворяющую требованиям ГОСТа к посевным качествам.

Установлено, что сила роста семян, обмолоченных комбайном Acros 550 находилась в пределах 66 - 83 % при среднем значении 74,7 %. Наибольшее значение признака отмечено у сорта Лидия, наименьшее - у Аксинья. Сорта Краса Дона и Аксинья показали достоверное снижение силы роста по сравнению с контролем (ручной обмолот) на 7,0 и 9,0 % соответственно при $НСП_{05}=5,71\%$.

Сила роста семян, убранных комбайном Togum 750, находилось в пределах 76 - 84%. Среднее значение признака составило 79,7 %, и было выше на 5 %, чем при обмолоте комбайном Acros 550. Максимальное значение силы роста было у

сорта Лидия (84%), минимальное - у сорта Аксинья (76%). В целом сила роста семян по сортам была на уровне контроля. Исследования показали, что по всем сортам сила роста семян была ниже лабораторной всхожести. Наибольшее ее снижение по сравнению с лабораторной всхожестью было у семян, обмолоченных комбайном Acros 550, сортов Краса Дона и Аксинья на 16 и 24% соответственно.

Определение массы зеленых ростков в пересчете на сто штук показало, что по степени развития ростков сорта различались между собой в значительной степени. Установлено, что максимальная масса наблюдалась в контроле у сортов Станичная (5,1 г) и Лидия (5,2 г). Масса зеленых ростков, образовавшихся из семян обмолоченных комбайном Acros 550, колебалась от 3,5 до 4,0 г. Среднее значение по сортам в опыте составило 3,67 г. Все образцы достоверно уступили по этому признаку контролю ($НСП_{05}=0,28$ г). Семена сортов озимой пшеницы, убранные комбайном Togum 750, также снизили массу 100 зеленых ростков. Достоверное снижение по сравнению с контролем наблюдалось у сортов Краса Дона (на 1,1 г) и Аксинья (на 0,3 г). Снижение массы 100 зеленых ростков по сравнению с классификатором находилось в пределах ошибки разности средней.

Анализ полевой всхожести семян показал, что максимальных значений она достигала в контроле при выделении семян из колоса вручную, без механических повреждений (69 - 80 %), при средней величине по опыту 68 %. Полевая всхожесть семян, обмолоченных комбайном Acros 550 была ниже данного показателя по сравнению с ручным обмолотом по сортам Лидия - на 8 %, Краса Дона - 13 %, Аксинья - на 10 % и Станичная - на 9 %. Среднее значение полевой всхожести семян, обмолоченных комбайном Acros 550 составило 64,7 %. Максимальная величина зафиксирована у сортов Станичная (67 %) и Лидия (72 %). Установлено, что полевая всхожесть семян, обмолоченных комбайном Togum 750 находилась в пределах 60 - 74 % при среднем значении 66 %. Наибольшее значение признака отмечено у сорта Лидия, наименьшее - у Аксинья.

Все изучаемые сорта, достоверно уступили контролю (при $НСП_{05}=5,32$ %).

Сравнивая посевные качества семян, обмолоченных в ручную (контроль) и комбайнами Acros 550, Togum 750, следует отметить, что по энергии прорастания

выявлены достоверные различия как по сортам, так и по вариантам обмолота. Лабораторная всхожесть семян соответствовала требованиям ГОСТа к посевным качествам. Однако семена сорта Аксиныя, обмолоченные комбайном Acros 550, уступили по данному показателю контролю. Сила роста семян по всем сортам и вариантам обмолота была ниже лабораторной всхожести и являлась более объективным критерием оценки посевных качеств партий семян с механическими повреждениями. Значение массы 100 зеленых ростков было ниже у семян, обмолоченным комбайном Acros 550, в сравнении с контролем. Полевая всхожесть семян всех изучаемых сортов была достоверно ниже контроля (ручной обмолот), однако большее снижение наблюдалось у семян, обмолоченных комбайном Acros 550.

Для выявления доли влияния генотипа, варианта обмолота и их взаимодействия был проведен двухфакторный дисперсионный анализ, который позволил выявить вклад изучаемых факторов в посевные качества и биологические свойства семян сортов озимой мягкой пшеницы в 2019 – 2020 гг (таблица 13, 14).

Таблица 13 - Доли влияния генотипа сорта, способа обмолота и их взаимодействия на посевные качества семян, 2019 – 2020 гг.

Фактор	Энергия прорастания семян			Лабораторная всхожесть семян		
	Доля влияния, %	Fф	Fт	Доля влияния, %	Fф	Fт
Генотип (А)	2,7	4,85	3,05	8,1	0,49	3,05
Обмолот (В)	5,6	6,60	3,44	17,6	13,3	3,44
Взаимодействие генотип х обмолот (АВ)	12,3	3,46	2,55	38,0	3,16	2,55
Прочие факторы	79,4	-	-	71,5	-	-

Доля вклада факторов А (генотип сорта), В (варианты обмолота семян) и АВ (генотип х обмолот) в признак энергии прорастания семян составляла 2,7 %, 5,6 и 12,3 %соответственно. Это слабый вклад. Вклад прочих факторов (в том числе экологических факторов) в изучаемый признак был значителен и равнялся

79,4 %. В данном опыте $F_{\phi} > F_t$, то есть влияние факторов вызвало существенные различия по энергии прорастания семян.

Доля вклада взаимодействия факторов (AB) в формировании лабораторной всхожести семян была 38 %. Доля вклада генотипа сорта (A) и варианта обмолота (B) составляли 8,1 и 17,6 % соответственно. Это слабый вклад. Однако по фактору B (обмолот) и AB (генотип x обмолот) были выявлены существенные различия ($F_{\phi} > F_t$). Доля влияния прочих факторов была значительной и составляла 71,5 %.

Таблица 14 - Доли влияния генотипа сорта, способа обмолота семян и их взаимодействия на биологические свойства семян, 2019 – 2020 гг.

Фактор	Сила роста семян			Масса зеленых ростков, г			Полевая всхожесть, %		
	Доля влияния, %	F_{ϕ}	F_t	Доля влияния, %	F_{ϕ}	F_t	Доля влияния, %	F_{ϕ}	F_t
Генотип (A)	11,3	8,90	3,05	12,2	9,62	3,05	13,2	11,18	3,05
Обмолот (B)	39,3	4,58	3,44	23,8	80,55	3,44	23,6	15,21	3,44
Взаимодействие генотип x обмолот (AB)	5,8	0,30	2,55	-1,5	2,21	2,55	4,4	0,24	2,55
Прочие факторы	43,6	-	-	65,5	-	-	58,8	-	-

Доля вклада факторов A (генотип сорта) и AB (взаимодействие факторов) в признак силы роста семян составляла 11,3 и 5,8 %соответственно. Это слабый вклад. Вклад факторов B (обмолота) и прочих факторов (в том числе экологических) в изучаемый признак был заметным и равнялся 39,3 и 43,6 % соответственно. В данном опыте по факторам A (генотип) и B (обмолот) $F_{\phi} > F_t$, то есть влияние факторов вызвало существенные различия по силе роста семян.

Доля вклада фактора B (обмолот) в формировании признаки масса 100 зеленых ростков была 23,8 %. Это среднее влияние. Доля вклада генотипа сорта 12,2 %. Это слабый вклад. По фактору A (генотип) и B (обмолот) были выявлены существенные различия ($F_{\phi} > F_t$). Влияние взаимодействия генотипа с вариантом обмолота составляло -1,5%, то есть вклад несущественный. Доля влияния прочих факторов была значительной и составляла 65,5 %.

Вклад генотипа сорта (А) в формирование полевой всхожести 13,2 %. Это слабый вклад. Доля вклада фактора В (обмолот) была 23,6 %. Это среднее влияние. По фактору А (генотип) и В (обмолот) были выявлены существенные различия ($F_{\text{ф}} > F_{\text{т}}$). Влияние взаимодействия генотипа и варианта обмолота (АВ) составляло 4,4%, ($F_{\text{ф}} < F_{\text{т}}$), т. е. по этому фактору в опыте не было существенных различий. Доля влияния прочих факторов была значительной и составляла 58,8 %.

В данных исследованиях изучалось воздействие механических повреждений только во время уборки. Если учесть увеличение механических повреждений во время сортирования, погрузочных работ и других механических воздействий, их отрицательное влияние будет проявляться значительно сильнее.

В настоящее время ведутся инженерные исследования по снижению количества механических повреждений во время сортирования зерна, изменяется геометрия решет, созданы новые безрешетные установки для сортирования семян.

3.3 Крупность семян и её влияние на механические повреждения и посевные качества

Для выявления влияния крупности семян на механические повреждения был проведен фракционный анализ сортов озимой мягкой пшеницы. Крупность характеризовалась размерами и массой 1000 семян. С этой целью был проведен рассев семян всех исследуемых сортов озимой мягкой пшеницы после их очистки на Петкусе, по методике определения выравненности. Одновременно на контрольном образце (средний образец до посева) проводился замер линейных размеров ста семян штангенциркулем. Из трех размеров наиболее существенным является толщина, которая формируется последней и характеризует выполненность семян.

В результате проведенных исследований было установлено, что в контроле более крупные и выполненные семена наблюдались у сорта Станичная с толщиной 2,73 мм и массой 1000 зерен– 41,15 г (таблица 15). Наименьшими показателями характеризовался сорта Ермак и Ростовчанка 3, у которых

толщина семян и масса 1000 были 2,62 мм и 39,15 г и 2,64 мм и 34,25 г соответственно. При этом сорт Ермак достоверно уступил по толщине сорту-классификатору Станичная. По массе 1000 семян все сорта были ниже классификатора.

Таблица 15 – Физические свойства семян озимой мягкой пшеницы, 2009–2010 гг.

Сорт	Размеры, мм			Масса 1000 семян, г				Макроповреждения, %	Общие микроповреждения, %			
	Длина	Ширина	Толщина	Контроль	Крупные	Средние	Мелкие		Контроль	Крупные	Средние	Мелкие
Донской маяк	6,28	3,08	2,70	37,35	45,15	38,6	30,3	4,95	55	59	49	67
Ермак	6,55	3,05	2,62	39,15	46,8	39,7	28,6	6,82	78	80	53	83
Станичная- классификатор	6,68	3,29	2,73	41,15	47,8	40,4	32,1	2,25	55	45	48	62
Ростовчанка 3	6,41	2,9	2,64	34,25	42,2	35,0	25,6	2,75	54	63	50	59
НСР ₀₅	0,46	0,08	0,1	0,5	0,3	1,8	1,0	0,99	2,1	1,33	2,4	1,61
V, %	1,0	6,82	7,58	1,65	5,0	0,7	0,9	10,0	9,73	19,7	13,3	15,1

Масса 1000 зерен естественно резко различалась между фракциями, но как было выявлено различия в пределах каждой фракции были и по сортам. Так в среднем за годы исследований, у крупной фракции масса 1000 семян сортов Станичная, Ермак, Донской маяк и Ростовчанка 3 составила в среднем за годы исследований соответственно 47,8; 46,8; 45,15 и 42,2 г, а у мелких зерен соответственно вышеперечисленной последовательности была – 32,1; 28,6; 30,3 и 25,6 г. При этом масса 1000 семян в крупной и мелкой фракции была у всех сортов ниже чем у классификатора. Таким образом, максимальное значение массы 1000 семян наблюдалось только у сорта Станичная. Варьирование по крупности было незначительным. Следовательно, понятие "крупные", "средние" и "мелкие" семена характеризует разный качественный состав посевных партий в

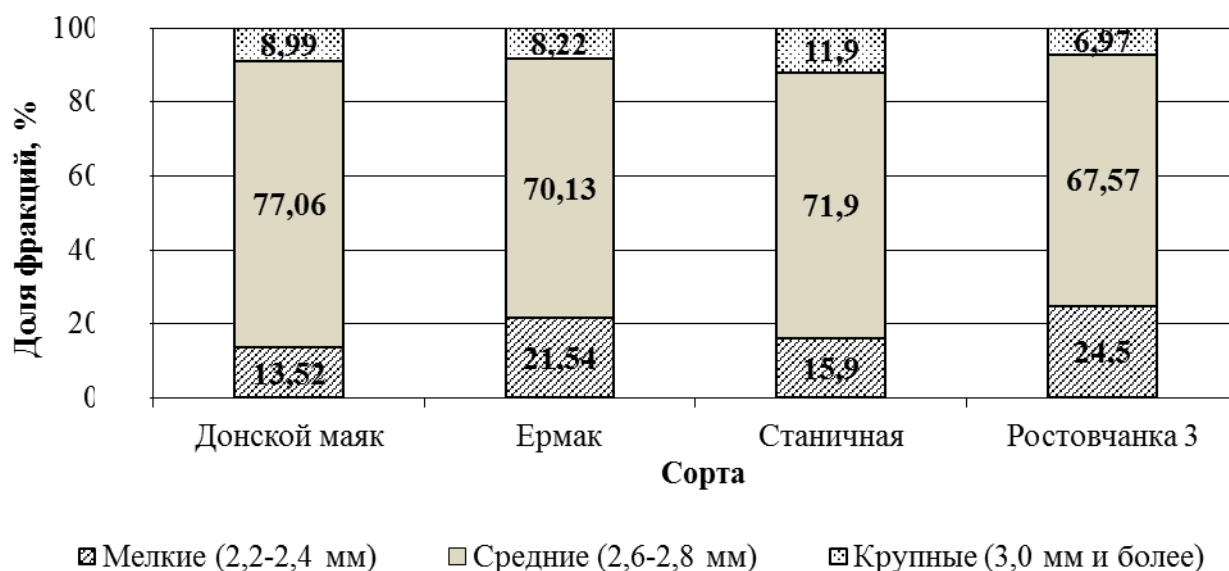
пределах каждого отдельного сорта. Определение количества макроповреждений показало, что сорт-классификатор Станичная характеризовался наименьшим травмированием (2,25 %), другие сорта достоверно уступили ему при $НСР_{05}=0,99\%$

Общее количество микроповреждений мелкой фракции семян находилось в пределах 59–83 % и у всех сортов было выше, чем у преобладающей средней фракции (48–53 % микротравм). Достоверно высокое содержание микроповрежденных семян мелкой фракции наблюдалось у сорта Ермак. Микроповреждения крупных семян составляли 45–80 %. У сортов Ермак и Ростовчанка 3 количество микроповреждений крупных семян было 80 и 63 % соответственно, то есть по общему количеству микроповреждений во всех фракциях сорт Станичная характеризовался минимальными значениями признака по сравнению с другими сортами. Варьирование было средним.

В литературе указывается, что крупные семена травмируются сильнее, чем мелкие, но не указывается, что считать в пределах одной партии крупными или мелкими семенами. Так, по данным Л.В. Фадеева [156] крупные семена пшеницы, которые сильнее травмируются, имеют толщину более 4 мм, таких семян в исследуемых нами образцах не было. По данным В.И. Орбинского [210] практически все зерно выделяется на решетках размером 2,0...3,2 мм. Наименьшее количество травмирования имеют семена фракции 3,0...2,8 мм – соответственно 44,3 и 46,7%, наибольшую лабораторную всхожесть имеют зерна фракции 2,8 мм – 91,5%. Анализ данных автора показал, наибольшее количество микротравм и дроблёного зерна находится в фракциях 2,0 мм и менее – до 72,1% и до 11,8% соответственно. Крупные семена фракции 3,2 мм тоже сильно травмируются (52,8 %). Меньшая степень травм наблюдается у зерновок средней фракции. Это связано с тем, что и мелкие, и самые крупные зерновки менее прочны, и склонны к повреждению. То есть полученные в наших исследованиях данные согласуются с аналогичными выводами В.И. Орбинского.

По каждому образцу был сделан фракционный анализ семян, было проведено разделение их по крупности (рисунок 19).Рассев проб, позволил

выделить по каждому сорту преобладающую среднюю фракцию. По всем сортам преобладающая фракция имела толщину семян 2,6–2,8 мм удельная масса которой находилась в пределах 67,57–77,06 %, что явилось основанием для выделения в партии крупных, средних и мелких семян. Доля семян крупной фракции составила 6,97–11,9 % и по количеству уступила мелким семенам – 13,52–24,5 %. У сорта Станичная содержание крупной фракции было наибольшим 11,9 %. По содержанию крупной фракции сорта расположились по мере убывания в такой последовательности – Станичная, Донской маяк, Ермак и Ростовчанка 3. Максимальное количество мелких семян было отмечено у сортов Ермак и Ростовчанка 3 – 21,54 и 24,5 % соответственно.



Станичная-классификатор

Рисунок 19– Доля фракций семян по толщине в среднем за 2009 – 2010 гг, %

По содержанию мелкой фракции по мере уменьшения этой величины сорта расположились в следующем порядке Ростовчанка 3, Ермак, Донской маяк и Станичная, то есть максимальное количество мелких семян было у сорта Ростовчанка 3. У всех сортов отмечалась высокая выравненность семян более 80 %, в расчет которой у всех сортов попали и средние и мелкие семена.

Для характеристики посевных качеств семян в зависимости от их крупности определяли лабораторную всхожесть по стандартной методике и силу роста семян по морфофизиологической оценке проростков по методике Б.С. Лихачева [77].

При этом проводили проращивание семян в рулонах, оценку каждого проростка по пятибалльной шкале с учетом величины ростка, количества и длины корешков и расчет среднего балла образца.

Как видно из приведенных в таблице 16 данных все фракции семян сортов озимой мягкой пшеницы имели лабораторную всхожесть от 93 до 98 %, то есть были кондиционными. Однако, в разрезе сортов установлено, что лабораторная всхожесть средней фракции при $НСР_{05}=1,3\%$ у всех сортов достоверно отличалась от классификатора. В целом варьирование лабораторной всхожести было незначительным. В то же время, при оценке силы роста по фракциям установлено, что достоверно низкие значения признака были у сорта Ростовчанка 3 у крупных и средних семян по сравнению с классификатором. При морфофизиологической оценке проростков в баллах, учитывались величина ростка, количество и длина корешков. Согласно этой оценке все проростки были разделены на сильные, средние и слабые, а также рассчитывался средний балл образца. Как видно из приведенных данных, сила роста при морфофизиологической оценке по всем сортам и вариантам крупности находилось в пределах 92–98 %, что соответствует требованиям ГОСТа к всхожести оригинальных семян, то есть в этом случае достоверной информации о качестве недостаточно.

Анализ силы роста по баллам выявил, снижение среднего показателя у мелкой фракции семян всех сортов 3,26–3,74 балла. Более высокими баллами характеризовались крупные семена– 3,61–3,92 балла. К тому же была обнаружена разная реакция сортов в пределах каждой фракции и по этому оценочному критерию сорта расположились в такой последовательности Станичная, Донской маяк, Ростовчанка 3 и Ермак. Сорт-классификатор Станичная более устойчивый к механическим повреждениям имел по фракциям 3,74–3,92 балла, сорт Ермак – 3,26–3,61 балла. Мелкие семена по отношению к контролю снизили силу роста в зависимости от сорта на 0,12– 0,26 балла. Минимальное снижение наблюдалась у сорта Станичная, максимальное – у сорта Ермак. При этом сорт Ермак достоверно

уступил классификатору по всем вариантам крупности. Сорт Ростовчанка 3 низкую оценку проростков по крупной и средней фракции.

Таблица 16 – Биологические свойства семян озимой мягкой пшеницы, 2009 – 2010 гг.

Сорт	Лабораторная всхожесть, %				Морфофизиологическая оценка проростков							
					Сила роста, %				Баллы			
	Контроль	Крупные	Средние	Мелкие	Контроль	Крупные	Средние	Мелкие	Контроль	Крупные	Средние	Мелкие
Донской маяк	94	97	98	96	93	97	97	92	3,67	3,91	3,67	3,47
Ермак	96	94	93	94	97	97	96	95	3,58	3,61	3,58	3,26
Станичная-классификатор	97	95	96	95	97	98	96	93	3,86	3,92	3,9	3,74
Ростовчанка 3	96	96	98	95	95	95	93	92	3,66	3,86	3,66	3,66
НСР ₀₅	2,1	4,9	1,3	1,9	2,2	2,0	2,3	4,4	0,19	0,2	0,23	0,4
V, %	2	3	3	2	3	2	2	3	5	7	8	9

Таким образом, анализ посевных качеств семян с разной крупностью показал, что при стандартной оценке их посевных качеств существенных различий между вариантами нет, также как и между сортами. Но морфофизиологическая оценка проростков в баллах выявила не только преимущество крупных семян перед другими фракциями, но и показала различие в пределах сортов, которое соответствовало их распределению и по механическим повреждениям и по силе роста семян. То есть, влияние крупности семян отразилось на массе 1000 зерен, количестве их микроповреждений и силе роста семян.

Таким образом, морфофизиологическая оценка позволила охарактеризовать не только количество проростков, но и их качество, и показала наименьшую ценность мелких семян толщиной 2,2– 2,4 мм, которые у отдельных сортов могут обладать довольно высокой удельной массой в посевных партиях. Такие семена с низкой устойчивостью к механическим повреждениям и меньшей биологической

ценностью следует удалять. Этого можно достичь если управлять технологическим процессом сортирования на основании предварительного анализа семян и путем подбора решет, которые и позволят удалить неполноценные семена, повысить выравненность и увеличить массу 1000 семян.

3.4 Продуктивность сортов озимой пшеницы с разной степенью механических повреждений семян

Механические повреждения семян не могут непосредственно влиять на урожайность. Урожай – это интегральная величина, которая определяется элементами структуры. Связь между механическими повреждениями и урожайностью осуществляется через снижение силы роста и полевой всхожести, иногда и лабораторной, что отражается на количестве продуктивных стеблей с единицы площади. Продуктивность растений, выращенных из семян с разной степенью механических повреждений, определялась в ручных полевых модельных опытах, в которых при одинаковом количестве высеянных семян и глубине заделки можно судить о влиянии изучаемых факторов [37]. Биологическая урожайность и элементы продуктивности определялись на сортах озимой пшеницы, выращенных из семян обмолоченных комбайном Сампо–2010. Для выявления отрицательного влияния механических повреждений на продуктивность контролем для сравнения послужили те же сорта озимой пшеницы, выращенные в модельных полевых опытах из семян после щадящего обмолота селекционной колосовой молотилкой МК-1М.

Анализ результатов продуктивности при щадящем обмолоте показывает, что продуктивность сортов озимой мягкой пшеницы варьировала от 1038,2 г/м² до 1249,2 г/м² (таблица 17), наибольшая продуктивность отмечена у сорта Ростовчанка 3. Незначительно уступил ему Ермак (1218 г/м²), наименьшая продуктивность была отмечена у генотипа Донской маяк (1038,2 г/м²). Продуктивность сорта-классификатора Станичная составила 1142,4 г/м².

Достоверное превышение наблюдалось у сорта Ермак и Ростовчанка 3 при $НСР_{05}=72 \text{ г/м}^2$. Варьирование признака по сортам было незначительным (8 %).

Таблица 17 – Продуктивность и ее элементы сортов озимой пшеницы в зависимости от степени механического воздействия при щадящем обмолоте, 2010–2012 гг.

Сорт	Число, шт.		Масса, г		Продуктивно сть, г/м ²
	продуктивны х стеблей на 1 м ²	зерен в колосе	зерна с колоса	1000 зерен	
Мягкая пшеница					
Донской маяк	683	32,4	1,52	45,4	1038,2
Ермак	696	36,4	1,75	47,3	1218,0
Станичная - классификатор	714	37,0	1,60	44,7	1142,4
Ростовчанка 3	694	35,0	1,80	46,6	1249,2
НСР ₀₅	47,1	2,1	0,11	2,5	72
V, %	8	11	12	6	8
Твердая пшеница					
Жемчужина Дона	500	34,4	1,46	40,7	730,0
Донской янтарь	439	35,4	1,55	43,8	700,6
Аксинит- классификатор	471	41,0	1,84	44,8	866,6
Гелиос	447	37,3	1,65	44,0	738,6
Дончанка	484	39,0	1,73	44,5	837,3
НСР ₀₅	32,5	3,8	0,27	1,1	131
V, %	14	12	17	6	9

Более высокая продуктивность сорта Ростовчанка 3 в данном случае обусловлена большей массой зерна с колоса (1,8 г). Однако сорт Ермак незначительно уступил по этому признаку, а по числу зерен с колоса и массе 1000 семян превышал сорт Ростовчанка 3 (36,4 шт. и 47,3 г соответственно). Наименьшая продуктивность сорта Донской маяк обусловлена самой низкой озерненностью колоса (32,4 шт.). Сорта Ермак и Ростовчанка 3 достоверно

превышали классификатор по массе зерна с колоса и массе 1000 зерен на 0,15 и 0,2 г ($НСР_{05}=0,11$ г) и 2,6 и 1,9 г ($НСР_{05}=2,5$ г) соответственно.

Количество продуктивных стеблей озимой твердой пшеницы при щадящем обмолоте в среднем за 2010–2012 гг. варьировало от 447 до 500 шт. Наибольшей величиной характеризовался сорт Жемчужина Дона, однако все остальные элементы структуры этого сорта были достоверно низкими, что отразилось в снижении продуктивности. Наибольшая продуктивность установлена у сорта-классификатора Аксинит (866 г/м^2). Сорта Жемчужина Дона и Донской янтарь достоверно уступили ему. Озерненность колоса твердой озимой пшеницы сорта-классификатора Аксинит была высокой и составила 41 шт. Масса зерна с одного колоса также зависела от сортовых особенностей. Наиболее полновесный колос сформировал сорт озимой твердой пшеницы Аксинит – 1,84 г; у сорта Дончанка этот показатель был ниже и составил 1,73 г. Наибольшая масса 1000 зерен у сорта твердой пшеницы Аксинит 44,8 г, а у сорта мягкой пшеницы Дончанка она была несколько ниже 44,5 г.

Анализ результатов оценки продуктивности сортов, с механическими повреждениями семян комбайном Сампо - 2010 показал (таблица 18), что среди сортов мягкой пшеницы наибольшей продуктивностью обладал сорт Станичная (629 г/м^2), достоверно меньшая продуктивность была отмечена у сорта Ермак ($521,5 \text{ г/м}^2$). Более высокая продуктивность в модельных опытах сорта Станичная объясняется большим количеством продуктивных стеблей (370 шт./м^2), большей массой зерна с колоса (1,7 г) и массой 1000 зерен (45,4 г), однако по количеству зерен в колосе сорт Станичная незначительно уступил Ермаку. Варьирование признаков, формирующих продуктивность было от слабого (5 %) до среднего (14 %) значения.

Таблица 18 – Продуктивность и ее элементы сортов озимой пшеницы в зависимости от степени механического воздействия при обмолоте Сампо - 2010, 2010–2012 гг.

Сорт	Число, шт.		Масса, г		Продуктивно сть, г/м ²
	продуктивны х стеблей на 1 м ²	зерен в колосе	зерна с колоса	1000 зерен	
Мягкая пшеница					
Донской маяк	348	33	1,27	42,4	546,3
Ермак	328	37	1,61	42,9	521,5
Станичная - классификатор	370	36	1,70	45,4	629,0
Ростовчанка 3	347	32	1,59	44,1	553,8
НСР ₀₅	25	1,2	0,1	3,6	70,2
V, %	8	7	14	5	9
Твердая пшеница					
Жемчужина Дона	289	36	1,46	37,5	422,0
Донской янтарь	357	35	1,4	39,3	499,8
Аксинит- классификатор	346	42	1,65	40,8	570,2
Гелиос	326	37	1,48	38,2	482,5
Дончанка	304	37	1,54	38,9	468,1
НСР ₀₅	41	5	0,14	0,9	101
V, %	11	9	13	5	10

В результате анализа продуктивности твердой пшеницы более высокие значения показал сорт Аксинит (570,2 г/м²) за счет большего количества продуктивных стеблей (346 шт./м²), зерен в колосе (42 шт.), более высокой массы зерна с колоса (1,65 г) и большей массы 1000 зерен (40,8 г). Сорт Жемчужина Дона сформировал самую низкую продуктивность, что было обусловлено достоверным снижением всех ее элементов по отношению к сорту-классификатору Аксинит.

Оценка продуктивности сортов озимой мягкой пшеницы в 2019 - 2020 гг. была проведена с учетом вариантов обмолота посевного материала (таблица 19).

Таблица 19 - Формирование основных элементов структуры урожая и качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы, в зависимости от варианта обмолота семян, 2019 – 2020 гг.

Сорт (генотип)	Опыт (обмолот)	Число, шт.		Масса, г		Озерне нность, тыс. шт. /м ²	Продук тивнос ть, г/ м ²	Натурна я масса, г/л
		продук тивных стеблей на 1 м ²	зерен в колос е	зерна с колос а	1000 зерен			
Лидия	Ручной обмолот, контроль	498	34,3	1,58	46,1	17,1	786,8	761
	Обмолот комбайном Acros 550	483	34,0	1,47	43,5	16,4	710,0	740
	Обмолот комбайном Torum 750	490	35,5	1,54	43,9	17,3	754,6	749
Краса Дона	Ручной обмолот, контроль	480	35,2	1,50	42,6	16,8	720,0	834
	Обмолот комбайном Acros 550	417	34,1	1,41	41,3	14,2	588,0	819
	Обмолот комбайном Torum 750	437	35,1	1,50	42,2	15,3	655,5	826
Аксинья	Ручной обмолот, контроль	438	35,0	1,39	40,0	15,3	608,8	799
	Обмолот комбайном Acros 550	405	34,1	1,34	39,2	13,8	542,7	780
	Обмолот комбайном Torum 750	422	34,5	1,40	40,5	14,5	590,8	788
Станичная	Ручной обмолот, контроль	490	36,1	1,54	42,6	17,7	754,6	750
	Обмолот комбайном Acros 550	462	34,2	1,46	43,0	15,8	674,5	738
	Обмолот комбайном Torum 750	478	35,3	1,55	44,4	16,9	740,9	745
НСР ₀₅	-	29,01	0,41	0,1	2,19	1,24	62,1	12,4

Травмирование семян по-разному сказалось на проявлении признака число продуктивных стеблей на 1 м² в 2019 - 2020 гг. За период изучения сорта сформировали следующее количество продуктивных стеблей на единицу площади в зависимости от варианта обмолота семян (таблица 19): при ручном обмолоте от 438 шт./м² до 498 шт./м²; при обмолоте комбайном Acros 550 от 405 шт./м² до 483 шт./м²; при обмолоте комбайном Togum 750 от 422 шт./м² до 490 шт./м². Минимальные значения признака наблюдали у сорта Аксинья, максимальные - Лидия.

Количество продуктивных стеблей, из семян обмолоченных комбайном Acros 550 было ниже данного показателя по сравнению с ручным обмолотом по сортам Лидия - на 15 шт./м², Краса Дона - 63 шт./м², Аксинья - на 33 шт./м² и Станичная - на 28 шт./м². При этом снижение у сортов Краса Дона и Аксинья было достоверным ($НСР_{05}=29,01$ шт./м²). Достоверное снижение данного признака при обмолоте семян комбайном Togum 750 по сравнению контролем отмечено у сорта Краса Дона. Кроме этого, сорта Краса Дона и Лидия, достоверно уступили по вариантам обмолота сорту-классификатору Станичная.

Количество зерен с главного колоса в контроле (ручной обмолот) изменялось в пределах от 34,3 шт. (Лидия) до 36,1 шт. (Станичная). Наибольшее число зерен в главном колосе, при обмолоте комбайном Acros 550, сформировал сорт Станичная (34,2 шт.), при обмолоте комбайном Togum 750 - сорт Лидия (35,5 шт.). Количество зерен с главного колоса, при обмолоте комбайном Acros 550, было достоверно ниже данного показателя по сравнению с ручным обмолотом по сортам Краса Дона (на 1,1 шт.), Аксинья (на 0,9 шт.) и Станичная (на 0,8 шт.). При обмолоте комбайном Togum 750 достоверное снижение числа зерен с колоса наблюдалось у сорта Аксинья (на 0,5 шт.). Отклонение количества зерен с главного колоса по всем сортам и вариантам обмолота от сорта классификатора Станичная было в пределах ошибки разности средних.

Установлено, что масса зерна с главного колоса в контроле (ручной обмолот) варьировала от 1,39 г (Аксинья) до 1,58 г (Лидия). Максимальное значение этого признака в опыте при обмолоте комбайном Acros 550 у сорта

Лидия (1,47 г), минимальное - у сорта Аксинья (1,34 г), при обмолоте комбайном Togum 750 наибольшее значение у сорта Станичная (1,55 г), наименьшее - у сорта Аксинья (1,4 г). Достоверное снижение массы зерна с главного колоса по сравнению с контролем (ручной обмолот) наблюдалось у сорта Лидия при обмолоте комбайном Acros 550 ($НСП_{05}=0,1$ г).

Выявлено, что масса 1000 зерен в контроле (ручной обмолот) варьировала от 40 г (Аксинья) до 46,1 г (Лидия). Максимальное значение этого признака в опыте при обмолоте комбайном Acros 550 у сорта Лидия (43,5 г), при обмолоте комбайном Togum 750 - у сорта Станичная (44,4 г). Достоверное снижение массы 1000 зерен по сравнению с контролем (ручной обмолот) наблюдалось у сорта Лидия при обмолоте комбайном Acros 550 на 2,6 г, при обмолоте комбайном Togum 750 на 2,2 г ($НСП_{05}=2,19$ г). Отклонение массы 1000 зерен по остальным вариантам обмолота было в пределах ошибки разности средних.

Озерненность агрофитоценоза (количество зерен на 1 м^2) у сортов озимой пшеницы было различным, а пределы изменчивости признака по вариантам обмолота варьировали при ручном обмолоте от 15,3 тыс. шт./ м^2 (Аксинья) до 17,7 тыс. шт./ м^2 (Станичная), при обмолоте комбайном Acros 550 от 13,8 тыс. шт./ м^2 (Аксинья) до 16,4 тыс. шт./ м^2 (Лидия), при обмолоте комбайном Togum 750 от 14,5 тыс. шт./ м^2 (Аксинья) до 17,3 тыс. шт./ м^2 (Лидия). Озерненность, при обмолоте комбайном Acros 550, была достоверно ниже данного показателя по сравнению с ручным обмолотом (контроль) по сортам Краса Дона (на 2,6 тыс.шт./ м^2), Аксинья (на 1,5 тыс.шт./ м^2) и Станичная (на 1,9 тыс.шт./ м^2) при $НСП_{05}=1,24$ тыс.шт./ м^2 . При обмолоте комбайном Togum 750 достоверное снижение числа зерен на 1 м^2 наблюдалось у сорта Аксинья (на 1,5 тыс.шт./ м^2). Отклонение озерненности от сорта классификатора Станичная было достоверным у сортов Краса Дона и Аксинья по обоим комбайновым вариантам обмолота. У сорта Лидия отклонения по этому признаку были в пределах ошибки разности средних.

Продуктивность агрофитоценоза при обмолоте комбайном Acros 550 (опыт) была достоверно ниже данного показателя по сравнению с ручным обмолотом

(контроль) при НСР₀₅=62 г/м² по сортам: Лидия - на 76,79 г/м², Краса Дона - на 132 г/м², Аксинья - на 66 г/м² и Станичная - на 80 г/м² (таблица 19). При обмолоте комбайном Togum 750 достоверное снижение продуктивности на 1 м² наблюдалось у сорта Краса Дона (на 64,5 г/м²). Отклонение данного признака от сорта классификатора Станичная было достоверным у сортов Краса Дона и Аксинья по обоим вариантам обмолота комбайнами.

Натурная масса при обмолоте комбайном Ascros 550 (опыт) была достоверно ниже данного показателя по сравнению с ручным обмолотом (контроль) при НСР₀₅=12,4 г/л по сортам: Лидия - на 21 г/л, Краса Дона - на 15 г/л, Аксинья - на 19 г/л (таблица 19). При обмолоте комбайном Togum 750 достоверного снижения между опытом и контролем не выявлено.

В результате двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что определяющее влияние на формирование количества продуктивных стеблей на 1 м² оказывает вариант обмолота (В) - 36,3 % (таблица 20), вклад сорта (А) - 26,4 %, на долю взаимодействия факторов (АВ) приходится - 12,5 %. Прочие факторы составляют лишь 24,8 %. В данном опыте $F_f > F_t$, то есть влияние факторов вызвало существенные различия по количеству продуктивных стеблей на 1 м².

Определяющее влияние на формирование числа зерен с главного колоса оказывает вариант обмолота (В) - 24,8 %, вклад сорта (А) - 21,9 %. По фактору А (генотип) и В (обмолот) были выявлены существенные различия ($F_f > F_t$). Влияние взаимодействия генотипа и варианта обмолота (АВ) составляло 3,4%, $F_f < F_t$ не было существенных различий в опыте. Доля влияния прочих факторов была значительной и составляла 49,9 %.

Установлено, что на формирование массы зерна с колоса основное влияние оказывает сорт (А) - 31,4% и вариант обмолота (В) - 26,4% были выявлены существенные различия ($F_f > F_t$). Доля вклада взаимодействия факторов сорта с обмолотом (АВ) имели отрицательные значения, не оказывали значимого влияния, $F_f < F_t$ - в опыте не было существенных различий. Доля влияния прочих факторов была значительной и составляла 49 %.

Таблица 20 - Доли влияния генотипа сорта, способа обмолота семян и их взаимодействия на формирование основных элементов структуры урожая и качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы, 2019 – 2020 гг.

Фактор	Количество продуктивных стеблей			Число зерен в колосе			Масса зерна с колоса		
	Доля влияния, %	Fф	Fт	Доля влияния, %	Fф	Fт	Доля влияния, %	Fф	Fт
1 Генотип (А)	26,4	4,20	3,59	21,9	4,85	3,59	31,4	6,03	3,59
2 Обмолот (В)	36,3	5,46	3,98	24,8	19,41	3,98	26,4	5,10	3,98
3 Взаимодействие генотип х обмолот (АВ)	12,5	3,70	3,09	3,4	2,01	3,09	-6,8	0,30	3,09
4 Прочие факторы	24,8	-	-	49,9	-	-	49,0	-	-

Продолжение таблицы 20

Фактор	Масса 1000 зерен			Озерненность агрофитоценоза			Продуктивность агрофитоценоза			Натурная масса		
	Доля влияния, %	Fф	Fт	Доля влияния, %	Fф	Fт	Доля влияния, %	Fф	Fт	Доля влияния, %	Fф	Fт
1	32,0	5,36	3,59	24,3	4,38	3,59	29,1	1209,20	3,59	42,0	1364,2	3,59
2	-6,3	0,60	3,98	37,0	4,75	3,98	20,0	266,30	3,98	2,8	139,3	3,98
3	20,0	6,57	3,09	-1,7	0,33	3,09	0,5	2,75	3,09	0,6	12,1	3,09
4	54,3	-	-	40,4	-	-	50,4	-	-	54,6	-	-

Выявлено, что на формирование массы 1000 зерен основное влияние оказывают сорт (А) – 32 % и взаимодействие факторов сорта с обмолотом (АВ) - 20 %, были выявлены существенные различия ($F_{\text{ф}} > F_{\text{т}}$). Доля вклада фактора вариант обмолота (В) имела отрицательное значение, $F_{\text{ф}} < F_{\text{т}}$ - в опыте не было существенных различий. Доля влияния прочих факторов была значительной и составляла 54,3 %.

В результате двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что на формирование озерненности основное влияние оказывают сорт (А) – 24,3 % и вариант обмолота (В) - 37 %, были выявлены существенные различия ($F_{\text{ф}} > F_{\text{т}}$). Доля вклада взаимодействия фактора сорта с вариантом обмолота (АВ) имела отрицательное значение, $F_{\text{ф}} < F_{\text{т}}$ - в опыте не было существенных различий. Доля влияния прочих факторов была значительной и составляла 40,4 %.

Обнаружено, что на формирование продуктивности агрофитоценоза основное влияние оказывают сорт (А) – 29,1 % и вариант обмолота (В) - 20 %, были выявлены существенные различия ($F_{\text{ф}} > F_{\text{т}}$). Доля вклада взаимодействия факторов сорта с вариантом обмолота (АВ) имела низкое значение, $F_{\text{ф}} < F_{\text{т}}$ - в опыте не было существенных различий. Доля влияния прочих факторов была значительной и составляла 50,4 %.

Выявлено, что на формирование натурной массы основное влияние оказывает сорт (А) – 42 %, незначительное - вариант обмолота (В) - 2,8 %, были выявлены существенные различия ($F_{\text{ф}} > F_{\text{т}}$). Доля вклада взаимодействия факторов сорта с вариантом обмолота (АВ) имела низкое значение. Доля влияния прочих факторов была значительной и составляла 54,6 %.

Таким образом, наибольшую продуктивность дали сорта с наименьшим повреждением семян во время уборки, большей силой роста и полевой всхожестью.

3.5. Корреляционный анализ изучаемых признаков озимой пшеницы

Результаты всех проведенных исследований были подвергнуты методам биометрического анализа с целью выявления достоверности связей между показателями. С этой целью определялись: наименьшая существенная разность на 5 %-ом уровне значимости, которая указывает границу предельных отклонений случайных значений, коэффициент вариации, характеризующий степень изменчивости признака и коэффициент корреляции – показатель для установления тесноты и формы связи между признаками и коэффициент детерминации. Первые два показателя были приведены в предыдущих параграфах по ходу работы.

Корреляционный анализ признаков озимой мягкой пшеницы

Корреляционный анализ изучаемых признаков по сортам озимой мягкой пшеницы, проведенный в 2009 году дал следующие результаты (приложение 17). Макроповреждения семян находились в тесной положительной связи с общим

количеством микроповреждений ($r=0,97\pm0,17$) и с числом микроповреждений зародыша ($r=0,94\pm0,24$), то есть с увеличением числа макротравм росло число общих микроповреждений и повреждений в области зародыша. Энергия прорастания коррелировала с микроповреждениями зародыша ($r=0,95\pm0,22$), энергия повышалась при увеличении числа макротравм зародыша, что связано с лучшим доступом воды и быстрым набуханием семени в лабораторных условиях. Полевая всхожесть находилась в тесной отрицательной связи с числом микроповреждений ($r=-0,92\pm0,28$), то есть с увеличением дробления снижалась полевая всхожесть, а также в тесной положительной связи с силой роста семян ($r=0,98\pm0,14$), то есть полевая всхожесть возрастала при высокой силе роста семян. Сила роста семян тесно коррелировала с числом микроповреждений ($r=-0,99\pm0,1$) и общим числом микроповреждений ($r=-0,96\pm0,2$), то есть сила роста снижалась при увеличении дробления семян и общего числа микроповреждений. Масса зеленых ростков находилась в тесной связи с числом микроповреждений зародыша ($r=-0,98\pm0,14$) и энергией прорастания ($r=0,96\pm0,2$), то есть при увеличении микроповреждений зародыша масса зеленых ростков уменьшалась, а при высокой энергии прорастания увеличивалась.

Анализ корреляционных связей между признаками в условиях 2010 году показал (приложение 18), что микроповреждения семян находились в тесной положительной связи с микроповреждениями зародыша ($r=0,99\pm0,1$). Энергия прорастания коррелировала с общим количеством микроповреждений ($r=0,98\pm0,14$), энергия повышалась при увеличении общего числа макротравм, что связано с лучшим доступом воды и быстрым набуханием семени в лабораторных условиях. Сила роста семян находилась в тесной отрицательной связи с числом микроповреждений ($r=-0,96\pm0,2$) и числом микроповреждений зародыша ($r=-0,95\pm0,22$), то есть сила роста снижалась при увеличении дробления семян и числа микроповреждений зародыша. Масса зеленых ростков находилась в тесной связи с числом микроповреждений ($r=-0,98\pm0,14$), с общим количеством микроповреждений ($r=-0,92\pm0,28$), с числом микроповреждений зародыша ($r=-0,98\pm0,14$), энергией прорастания ($r=0,94\pm0,24$) и силой роста ($r=0,96\pm0,2$), то есть

при увеличении макроповреждений и микроповреждений масса зеленых ростков уменьшалась, а при высокой энергии прорастания и силе роста семян увеличивалась.

В 2011 году макроповреждения семян находились в тесной положительной связи с общим количеством микроповреждений ($r=0,95\pm0,22$) и с числом микроповреждений зародыша ($r=0,97\pm0,17$) (приложение 19), то есть с увеличением числа макроповреждений росло число общих микроповреждений и повреждений в области зародыша. Энергия прорастания коррелировала с общим числом микроповреждений ($r=0,92\pm0,22$) и микроповреждениями зародыша ($r=0,99\pm0,1$), энергия повышалась при увеличении числа микротравм – ускорялось набухание семян. Полевая всхожесть находилась в тесной отрицательной связи с числом общих микроповреждений ($r=-0,97\pm0,17$) и повреждений в области зародыша ($r=-0,92\pm0,28$), то есть с увеличением микроповреждений снижалась полевая всхожесть. Также полевая всхожесть была в тесной положительной связи с силой роста семян ($r=0,95\pm0,22$), то есть полевая всхожесть возрастала при высокой силе роста семян. Сила роста семян тесно коррелировала с общим числом микроповреждений ($r=-0,97\pm0,17$) и повреждений в области зародыша ($r=-0,91\pm0,29$), то есть сила роста снижалась с ростом числа микроповреждений. Масса зеленых ростков находилась в тесной связи с числом макроповреждений ($r=-0,95\pm0,22$), с общим количеством микроповреждений ($r=-0,98\pm0,14$), с полевой всхожестью ($r=0,96\pm0,2$) и силой роста ($r=0,98\pm0,14$), то есть при увеличении макроповреждений и общих микроповреждений масса зеленых ростков уменьшалась, а при высокой полевой всхожести и силе роста семян масса ростков увеличивалась.

Корреляционные связи между изучаемыми признаками озимой мягкой пшеницы в среднем за 2009–2011 гг. исследований представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Матрица коэффициентов прямолинейной корреляции
озимой мягкой пшеницы в среднем за 2009–2011 гг.

Коррелируемые признаки	Макроповреждения.	Общее число микроповреждений.	Микроповреждения зародыша	Энергия прорастания.	Лабораторная всхожесть	Полевая всхожесть	Сила роста	Масса зеленых ростков
Макроповреждения.	1,00	-	-	-	-	-	-	-
Общее число микроповреждений	0,52	1,00	-	-	-	-	-	-
Микроповреждения зародыша	0,63	0,53	1,00	-	-	-	-	-
Энергия прорастания	0,84	0,98	0,97	1,00	-	-	-	-
Лабораторная всхожесть	-0,59	-0,84	-0,86	0,89	1,00	-	-	-
Полевая всхожесть	-0,67	-0,72	-0,69	0,64	0,41	1,00	-	-
Сила роста	-0,61	-0,70	-0,76	0,78	0,71	0,64	1,00	-
Масса зеленых ростков	-0,53	-0,74	-0,72	0,92	0,69	0,81	0,65	1,00

Общее количество микроповреждений семян и микроповреждений зародыша находились в тесной положительной связи с макроповреждениями ($r=0,52\pm 0,35$) и ($r=0,63\pm 0,30$) соответственно, то есть число микротравм увеличивалось с ростом макроповреждений. Коэффициенты детерминации общего количества микроповреждений и микроповреждений зародыша с количеством макроповреждений равны 0,27 и 0,39, то есть эти признаки в 27 и 39 % случаев соответственно зависели от генотипа сортов, а в 73 и 61 % формировались за счёт других факторов, в том числе экологических. Зависимость микроповреждений зародыша от их общего количество была в 29 % случаев обусловлена сортом.

Энергия прорастания коррелировала с общим числом микроповреждений ($r=0,98\pm0,14$) и микроповреждениями зародыша ($r=0,97\pm0,17$), энергия повышалась при увеличении числа микротравм – ускорялось набухание семян. Связь энергии прорастания с макроповреждениями семян, микроповреждениями общими и зародыша была сильной. Коэффициенты детерминации энергии прорастания с изучаемыми признаками составляли соответственно на 0,7; 0,96 и 0,94. Это значит, что в 70, 96 и 94% зависели от генотипов сортов, а в 30, 4 и 6% формировались под влиянием других факторов. Лабораторная всхожесть находилась в сильной отрицательной связи с общими микроповреждениями ($r= -0,84\pm0,21$) и микроповреждениями зародыша ($r= -0,86\pm0,23$). Квадраты коэффициентов корреляции лабораторной всхожести с макро-, микроповреждениями общими, зародыша и энергией прорастания были соответственно равны 0,35, 0,7, 0,73 и 0,79%. Это показывает, что связь лабораторной всхожести с названными выше признаками в 35, 70, 73 и 79 % была обусловлена генотипом сортов, а в 65, 30, 27 и 21 % другими факторами..

Полевая всхожесть находилась в тесной отрицательной связи с числом общих микроповреждений ($r= -0,72\pm0,29$) и микроповреждениями зародыша ($r= -0,69\pm0,29$), то есть она снижалась с увеличением числа микроповреждений. В нашем опыте коэффициент детерминации полевой всхожести с макро-, микроповреждениями общими, зародыша составляли соответственно 0,45, 0,51 и 0,47, то есть данные признаки 45, 51 и 47 % случаев определялись генотипом сортов, а в 55, 49 и 53% формировались в зависимости от других факторов, в том числе экологических. Квадраты коэффициента корреляции полевой всхожести с энергией прорастания и лабораторной всхожестью были равны 0, 41 и 0,17 соответственно, то есть в 41 и 17 % случаев зависели от генотипов, а в 59 и 83% от других факторов, в том числе экологических.

Сила роста семян тесно коррелировала с общими микроповреждениями семян ($r= -0,7\pm0,3$) и числом микроповреждений в области зародыша ($r= -0,76\pm0,29$), то есть она снижалась с ростом числа микроповреждений семян. Между силой роста и полевой всхожестью семян была средняя положительная связь с ($r=0,64\pm0,31$), то

есть высокая сила роста семян обуславливала повышение полевой всхожести. При определении коэффициентов детерминации силы роста с макро-, микроповреждениями семян общими, зародыша, энергией прорастания, лабораторной, полевой всхожестью было установлено, что сила роста и перечисленные признаки в 37, 49, 58, 60, 50 и 41% случаев соответственно зависели от генотипа сортов, а в 63, 51, 42, 40, 50 и 59 % обусловлены другими факторами, в том числе экологическими.

Масса зеленых ростков находилась в тесной связи с общим количеством микроповреждений ($r=-0,74\pm0,29$), с микроповреждениями зародыша ($r=-0,72\pm0,29$), энергией прорастания ($r=0,92\pm0,18$), полевой всхожестью ($r=0,81\pm0,2$) и силой роста ($r=0,65\pm0,3$), то есть при увеличении микроповреждений масса зеленых ростков уменьшалась, а при высокой энергии, полевой всхожести и силе роста семян - увеличивалась. Анализ коэффициентов детерминации между массой зелёных ростков макро-, микроповреждениями семян общими, зародыша, энергией прорастания, лабораторный, полевой всхожестью и силой роста установил, что в 28, 55, 52, 85, 48, 65 и 42 % случаев изменение признака было определено генотипом сортов, а в 72, 45, 48, 15, 52, 35 и 58 % - прочими факторами.

Корреляционный анализ признаков озимой твердой и тургидной пшеницы

Корреляционный анализ изучаемых признаков по сортам озимой твердой пшеницы, проведенный в 2009 году дал следующие результаты (приложение 20). Общее число микроповреждений и микроповреждения зародыша находились в тесной отрицательной связи с полевой всхожестью ($r=-0,93\pm0,21$, $r=-0,98\pm0,11$ соответственно), то есть с увеличением микроповреждений семян снижалась полевая всхожесть. Также полевая была в тесной положительной связи с силой роста семян ($r=0,89\pm0,26$), то есть полевая всхожесть возрастала при высокой силе роста семян. Сила роста семян тесно коррелировала с общим числом микроповреждений ($r=-0,98\pm0,1$) и числом микроповреждений зародыша ($r=-0,93\pm0,21$), то есть сила роста снижалась при увеличении числом

микрповреждений семян. Масса зеленых ростков находилась в тесной связи с общим числом микрповреждений ($r=-0,92\pm0,23$), числом микрповреждений зародыша ($r=-0,95\pm0,18$), лабораторной всхожестью ($r=0,90\pm0,25$), полевой всхожестью ($r=0,95\pm0,18$) и силой роста семян ($r=0,93\pm0,21$), то есть при увеличении микрповреждений масса зеленых ростков уменьшалась, а при высокой лабораторной, полевой всхожести и силе роста семян – увеличивалась.

Из анализа корреляционных связей между признаками в 2010 году видно (приложение 21), что макроповреждения семян находились в тесной положительной связи с общим числом микрповреждений и макроповреждениями зародыша ($r=0,93\pm0,21$, $r=0,91\pm0,24$ соответственно). Энергия прорастания коррелировала с общим количеством микрповреждений ($r=0,91\pm0,24$), энергия повышалась при увеличении общего числа микротравм, что связано с лучшим доступом воды и быстрым набуханием семени в лабораторных условиях. Сила роста семян находилась в тесной отрицательной связи с числом макротравм ($r=-0,89\pm0,26$), общим числом микрповреждений ($r=-0,94\pm0,19$) и числом микрповреждений зародыша ($r=-0,95\pm0,18$) то есть сила роста снижалась при увеличении дробления семян и числа микрповреждений.

Масса зеленых ростков находилась в тесной связи с общим количеством микрповреждений ($r=-0,87\pm0,28$), с числом микрповреждений зародыша ($r=-0,98\pm0,11$), полевой всхожестью ($r=0,90\pm0,25$) и силой роста ($r=0,91\pm0,24$), то есть при увеличении микрповреждений масса зеленых ростков уменьшалась, а при высокой силе роста и полевой всхожести – увеличивалась.

Корреляционные связи в 2011 году между макроповреждениями семян с общим количеством микрповреждений ($r=0,87\pm0,28$) и с числом микрповреждений зародыша ($r=0,93\pm0,21$) находились в тесной положительной связи, то есть с увеличением числа макротравм росло число общих микрповреждений и повреждений в области зародыша (приложение 19). Энергия прорастания коррелировала с общим числом микрповреждений ($r=0,92\pm0,22$), то есть энергия повышалась при увеличении числа микротравм, так как ускорялось набухание семян.

Лабораторная всхожесть была в тесной отрицательной связи с дроблением ($r=-0,92\pm0,23$), то есть лабораторная всхожесть снижалась при увеличении дробленого зерна. Полевая всхожесть находилась в тесной отрицательной связи с числом повреждений в области зародыша ($r=-0,88\pm0,27$), то есть с увеличением микроповреждений снижалась полевая всхожесть. Также полевая всхожесть была в тесной положительной связи с силой роста семян ($r=0,96\pm0,16$), то есть полевая всхожесть возрастала при высокой силе роста семян. Сила роста семян тесно коррелировала с общим числом микроповреждений ($r=-0,88\pm0,27$) и повреждений в области зародыша ($r=-0,91\pm0,24$), то есть сила роста снижалась с ростом числа микроповреждений. Масса зеленых ростков находилась в тесной связи с общим количеством микроповреждений ($r=-0,99\pm0,08$), количеством микроповреждений в области зародыша ($r=-0,95\pm0,18$), с лабораторной всхожестью ($r=0,88\pm0,27$), с полевой всхожестью ($r=0,91\pm0,24$) и силой роста ($r=0,89\pm0,26$), то есть при увеличении общих микроповреждений, микроповреждений в области зародыша, масса зеленых ростков уменьшалась, а при высокой лабораторной, полевой всхожести и силе роста семян масса ростков увеличивалась.

Корреляционные связи между изучаемыми признаками озимой твердой и тургидной пшеницы в среднем за 2009–2011 гг. исследований представлены в таблице 22.

Общее количество микроповреждений семян и микроповреждения зародыша находились в тесной положительной связи с макроповреждениями ($r=0,80\pm0,24$) и ($r=0,71\pm0,28$) соответственно, то есть число микроповреждений росло с увеличением числа макротравм.

Коэффициенты детерминации общего количества микроповреждений и микроповреждений зародыша с количеством макроповреждений равны 0,64 и 0,50, то есть эти признаки в 64 и 50 % случаев соответственно зависели от генотипа сортов, а в 46 и 50 % формировались за счёт других факторов, в том числе экологических. Зависимость микроповреждений зародыша с общим их количеством была в 50 % случаев обусловлена сортом.

Таблица 22 – Матрица коэффициентов прямолинейной корреляции озимой твердой и тургидной пшеницы в среднем за 2009–2011 гг.

Коррелируемые признаки	Макроповреждения	Общее число микроповреждений	Микроповреждения зародыша	Энергия прорастания	Лабораторная всхожесть	Полевая всхожесть	Сила роста	Масса зеленых ростков
Макроповреждения	1,00	-	-	-	-	-	-	-
Общее число микроповреждений	0,80	1,00	-	-	-	-	-	-
Микроповреждения зародыша	0,71	0,71	1,00	-	-	-	-	-
Энергия прорастания	0,52	0,91	0,85	1,00	-	-	-	-
Лабораторная всхожесть	-0,44	-0,83	-0,87	0,80	1,00	-	-	-
Полевая всхожесть	-0,36	-0,81	-0,88	0,80	0,78	1,00	-	-
Сила роста	-0,73	-0,98	-0,98	0,86	0,81	0,89	1,00	-
Масса зеленых ростков	-0,69	-0,94	-0,97	0,86	0,87	0,91	0,96	1,00

Энергия прорастания коррелировала с общим числом микроповреждений и зародыша ($r=0,91\pm0,20$) и ($r=0,85\pm0,29$), то есть энергия повышалась при увеличении числа микротравм – ускорялось набухание семян. Коэффициенты детерминации энергии прорастания с макроповреждениями семян, микроповреждениями общими и зародыша составляли соответственно 0,27; 0,83 и 0,72. Это значит, что анализируемые признаки в 27, 83 и 72% зависели от генотипов сортов, а в 73, 17 и 28% формировались под влиянием других факторов. Лабораторная всхожесть была в тесной отрицательной связи

с микроповреждениями зародыша ($r=-0,87\pm0,28$), то есть она снижалась при увеличении микротравм. Квадраты коэффициентов корреляции лабораторной всхожести с макро-, микроповреждениями общими, зародыша и энергией прорастания были соответственно равны 0,19, 0,69, 0,76 и 0,64%. Это показывает, что связь лабораторной всхожести с названными выше признаками в 19, 69, 76 и 64 % была обусловлена генотипом сортов, а в 81, 31, 24 и 36% другими факторами.

Полевая всхожесть была в тесной отрицательной связи с микроповреждениями общими и зародыша ($r=-0,81\pm0,28$ и $r=-0,88\pm0,27$ соответственно), то есть полевая всхожесть снижалась при увеличении числа микротравм. Коэффициенты детерминации полевой всхожести с макро-, микроповреждениями общими, зародыша составляли соответственно 0,13, 0,66 и 0,77, то есть данные признаки в 13, 66 и 77 % случаев определялись генотипом сортов, а в 87, 34 и 23% формировались в зависимости от других факторов, в том числе экологических. Квадраты коэффициента корреляции полевой всхожести с энергией прорастания и лабораторной всхожестью были равны 0,64 и 0,61 соответственно, то есть в 64 и 61 % случаев зависели от генотипов, а в 36 и 39% от других факторов, в том числе экологических.

Сила роста семян тесно коррелировала с общим числом микроповреждений ($r=-0,98\pm0,11$) и числом повреждений в области зародыша ($r=-0,98\pm0,11$), то есть сила роста снижалась с ростом числа микроповреждений семян. Тесная связь между силой роста полевой всхожестью была положительной ($r=0,89\pm0,26$), то есть высокая сила роста определяла возрастание полевой всхожести. При определении коэффициентов детерминации силы роста с макро-, микроповреждениями семян общими, зародыша, энергией прорастания, лабораторной, полевой всхожестью было установлено, что сила роста и перечисленные признаки в 53, 96, 96, 74, 66 и 79% случаев соответственно зависели от генотипа сортов, а в 47, 4, 4, 26, 44 и 21 % обусловлены другими факторами, в том числе экологическими.

Масса зеленых ростков находилась в тесной обратной связи с общим количеством микроповреждений ($r=-0,94\pm0,19$) и с числом микроповреждений зародыша ($r=-0,97\pm0,14$), а также в тесной положительной связи - с энергией прорастания ($r=0,86\pm0,28$), лабораторной ($r=0,87\pm0,28$), полевой всхожестью ($r=0,91\pm0,20$) и силой роста ($r=0,96\pm0,16$), то есть масса зеленых ростков уменьшалась при росте микроповреждений семян и увеличивалась при повышении лабораторной, полевой всхожести и силе роста семян. Анализ коэффициентов детерминации между массой зелёных ростков макро-, микроповреждениями семян общими, зародыша, энергией прорастания, лабораторный, полевой всхожестью и силой роста установил, что в 48, 88, 94, 74, 76, 83 и 92 % случаев изменение признаков было определено генотипом сортов, а в 52, 12, 6, 26, 24, 17 и 8 % - прочими факторами.

3.6. Производственная проверка результатов

Апробация сделанных в ходе работы выводов проведена в 2013 году в хозяйстве ООО «КХ Перетятко Ю. А.». Хозяйство расположено в южной зоне Ростовской области на предкавказском карбонатном черноземе. В данном хозяйстве испытываются ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур с элементами биологического земледелия. Применяемая технология сокращает причины ухудшения качества семян из-за механических повреждений и направлена на экономию семян за счет резкого снижения норм посева, отказ от традиционной отвальной обработки почвы, увеличение плодородия почвы за счет органических остатков, организацию рационального питания растений с привлечением хелатных форм микроудобрений, имеющих большое значение.

Оценивался сорт озимой мягкой пшеницы Москвич, селекции ФГБНУ "Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко", который характеризуется высокой урожайностью, устойчивостью ко многим болезням,

хорошими мукомольно-хлебопекарными качествами и отнесен к ценным пшеницам, среднеранней группы спелости.

Уборка урожая проводилась комбайном роторного типа CASE IH. После уборки был отобран средний образец зерна в соответствии с правилами отбора, предусмотренными ГОСТом. На образце был проведен фракционный анализ семян на решетном классификаторе ЕРЛ-1М. В партии выделились три фракции семян по толщине – крупные (2,8–3,0 и более), средние (2,4–2,6) и мелкие (2,2–2,0). На основании результатов анализа для очистки и сортирования зерна использовалась безрешетная аэродинамическая установка АлмазМС 40\20, которая за один проход делает предварительную, первичную, вторичную очистку вороха и одновременно с этим проводит сепарацию зерна по удельной массе, отбирая наиболее биологически ценное зерно, обеспечивающее максимальную энергию прорастания и всхожесть. В воздушном потоке были удалены семена мелкой фракции, так как именно они, на основании сделанных в ходе диссертационной работы выводов, характеризуются сочетанием большого количества микроповреждений с низкими биологическими свойствами.

В результате проведения такой подготовки семян и сравнения фракционного состава бункерного зерна с отсортированным установлено, что уменьшилось содержание биологически малоценных мелких семян с 8,28 до 3,02 %, доля семян средней фракции составила 49,96 %, а доля крупных семян 46,65 %, то есть произошло перераспределение семян по удельной массе фракций и изменилось соотношение между ними, что видно из рисунка 19.

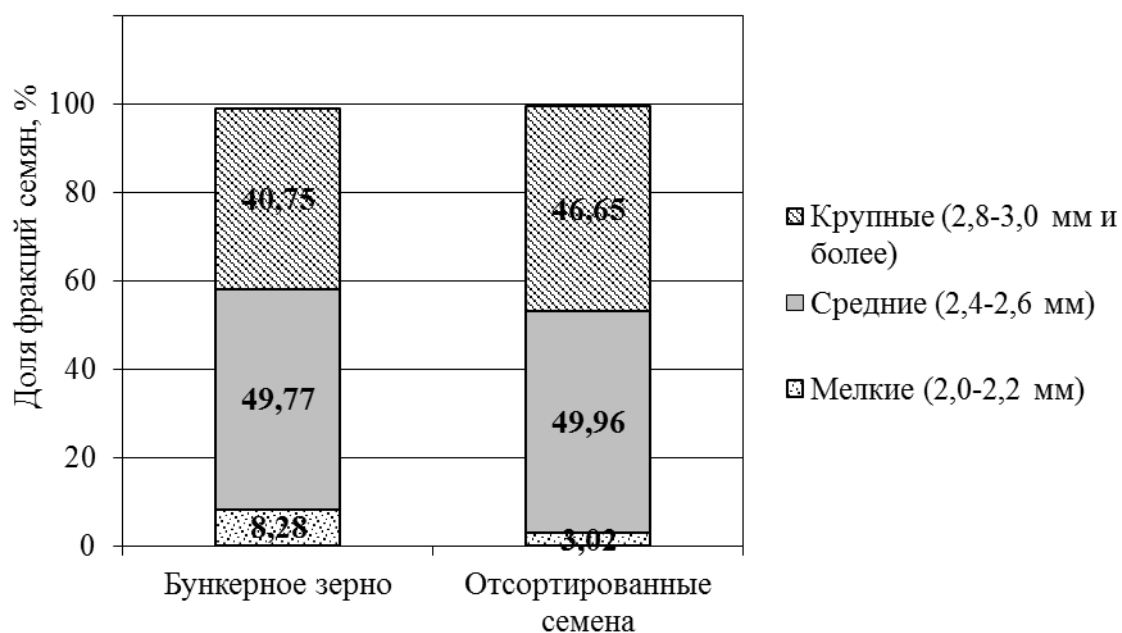


Рисунок 19– Фракционный состав партии семян озимой пшеницы сорта Москвич, 2013 г.

Для характеристики качества фракций семян после сортирования определяли крупность семян по массе 1000 зерен, микроповреждения и силу роста семян в почве. Эти показатели были выбраны на основании выводов, сделанных в работе. Определение микроповреждений и силы роста семян в почве при высоких показателях энергии прорастания и всхожести позволит выявить скрытые дефекты партии.

Выделившиеся по крупности фракции семян были оценены по массе 1000 зерен и механическим повреждениям (таблица 22). Наибольшим количеством повреждений характеризуются мелкие семена (48 %). У этой фракции и наибольшее количество повреждений зародыша (29 %). Это подтверждают выводы, сделанные в работе о наибольшем травмировании мелких семян и необходимости их удаления из семенных партий, хотя при определении чистоты они относятся к семенам основной культуры. Масса 1000 зерен крупных семян – 43,0 г, средних – 32,2 г, мелких – 21,4 г.

Отсортированное зерно в процессе подготовки семян к посеву было обработано смесью, состоящей из фунгицида, инсектицида, жидкого удобрительного стимулирующего состава (ЖУСС-универсал, ЖУСС-3) и монокалия фосфата.

Таблица 22 – Механические повреждения семян разной крупности

Фракция семян	Масса 1000 зерен, г	Механические повреждения, %	
		Общие	В т. ч. зародыша
Контроль	33,2	44	25
Крупные	43,0	43	24
Средние	32,3	41	24
Мелкие	21,4	48	29

Энергия прорастания и всхожесть семян перед обработкой составили соответственно 91 и 98, то есть по ГОСТу соответствовали требованиям, предъявляемым высшим категориям семенного стандарта. У обработанных семян энергия прорастания была ниже – 80 %, при всхожести – 99 %. Более низкая энергия прорастания свидетельствует о том, что набухание обработанных семян в первые три дня (определение энергии) идет медленнее, но это никак не отражается на всхожести. Таким образом, определение всхожести в лабораторных условиях не дало информации о возможном поведении семян в почве после посева. Поэтому исследования включали определение силы роста семян.

Определение силы роста семян почвенным тестом при оптимальных условиях проращивания и заделке на 5 см в почву, выявило высокие значения этого показателя (таблица 23), но можно говорить о тенденции её снижения по мере уменьшения крупности.

Таблица 23– Сила роста семян разной крупности

Показатель	Отсортированные семена до обработки				Обработанные семена			
	Контроль	Крупные	Средние	Мелкие	Контроль	Крупные	Средние	Мелкие
Сила роста семян, %	97	96	95	92	98	96	98	97
Масса зеленых ростков в пересчете на 100 шт., г	10,66	11,56	9,98	6,87	11,18	11,68	9,8	6,4

Хорошее состояние развития зеленых ростков (рисунок 20) и наибольшая их масса в пересчете на 100 шт. (таблица 19) были у крупной фракции семян (11,56 г), а мелкая фракция, с большим количеством микроповреждений, отставала в развитии и масса ростков составила – 6,87 г.

Обработка семян комплексом препаратов увеличила силу роста семян на 5 % у мелкой фракции, у фракции средних семян – на 3 %, у крупных осталась та же. Наименьшая масса зеленых ростков даже после обработки была у мелких семян, с большим количеством микроповреждений.

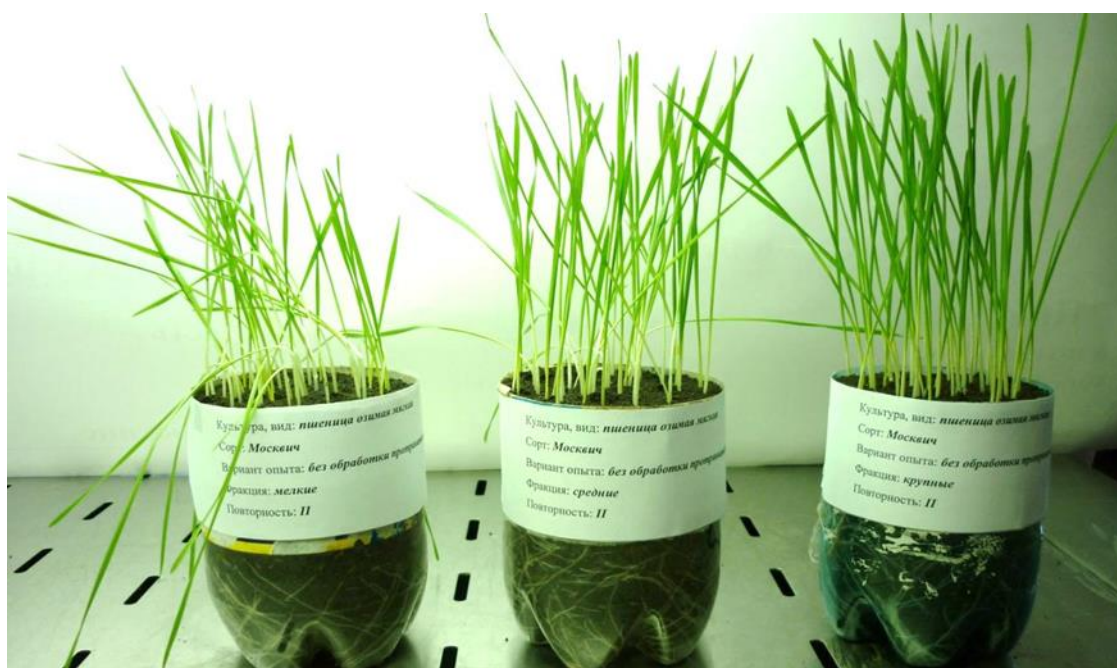


Рисунок 20 – Сила роста семян разной крупности до обработки

Состояние развития зеленых ростков обработанных семян представлено на рисунке 21. Сила роста обработанных семян находилась в пределах 96–98 % и практически равнялась лабораторной всхожести, чего мы никогда не наблюдали у образцов при традиционной подготовке семян. Это можно объяснить применением ЖУССов, которые активизируют биологический потенциал растения. Использование составов ЖУСС усиливает прорастание, обеспечивает мощный рост, обуславливающий большую скорость роста.

Воздействие ЖУСС связано с их малой токсичностью, пролонгированностью действия, меньшим адсорбированием их почвой по

сравнению с неорганическими солями, в результате чего они длительное время способны поглощаться растениями. Применение ЖУССов способствует развитию мощной корневой системы, сильному кущению в осенний период, усилению зимостойкости, мощному развитию растений в пределах вегетации, что особенно необходимо для проростков из травмированных семян.

Анализ массы зеленых ростков позволил выявить реакцию силы роста на крупность семян до и после обработки. Отмечено снижение массы ростков по мере уменьшения крупности семян.



Рисунок 21 – Сила роста семян разной крупности после инкрустации комплексом препаратов

Посев оцениваемой партии семян был прямой, проведен зерновой сеялкой John Deere по предшественникам нут, горчица, подсолнечник. Вся оставшаяся после уборки органическая масса не удалялась с поля, а была измельчена орудием ИПО–4,5 Ураган, оставлена на поверхности почвы и обработана препаратом Биовит–Агро. Срок посева после нута – 29 сентября, по подсолнечнику – 1 октября, после горчицы – 5 октября. Определение состояния растений, развившихся из обработанных семян проводилось 26 октября по количеству растений и коэффициенту кущения (таблица 24).

Таблица 24– Оценка состояние посевов на 26.10.2013

Предшественник	Горчица	Подсолнечник	Нут
Срок посева	5.10.2013	1.10.2013	13.09.2013
Количество растений на 1 м ²	280	263	260
Коэффициент кущения	1,82	1,99	4,0

Как видно из приведенных данных, несмотря на короткий срок, прошедший после посева, по всем предшественникам пшеница находится в фазе кущения. Наибольший коэффициент кущения отмечен по нуту – 4,0, по горчице и подсолнечнику соответственно 1,82 и 1,99. Состояние развития растений пшеницы по предшественнику подсолнечник представлено на рисунке 22.



Рисунок 22 – Состояние развития растений из обработанных семян на 25 день после посева в ООО"КХ Перетятко Ю.А.", 2013 г.

Таким образом, несмотря на поздние сроки посева, пшеница, в условиях осени 2013 г продолжала куститься, а концу ноября имела в среднем пять стеблей на одно растение.

По всем предшественникам озимые хорошо перезимовали, коэффициент кущения мягкой озимой пшеницы сорта Москвич по предшественнику нут – 5,7, по подсолнечнику – 5,0, по горчице – 5,1. Уборку проводили в оптимальные сроки комбайном роторного типа CASE IH, прямым обмолотом. Урожайность варьировала от 7,8 до 6,7 т/га, натура была высокая 810 – 830 г/л, содержание белка 13,8 – 16,2 %, клейковина 23,8 – 27,4 %, ИДК 67 – 74.

Заключение производственной проверки:

1. Определение фракционного состава партии позволило разделить семена по толщине. В данной партии было обнаружено 8 % семян мелкой фракции. Было сделано предложение эту фракцию удалить. В результате очистки и сортирования содержание мелких семян уменьшилось до 3 %.

2. Определение механических повреждений показало, что уборка посевов комбайном роторного типа исключает появление макроповреждений (дробления) зерна, но микроповреждения, возникшие в результате трения хлебной массы, остаются. По мере уменьшения крупности семян общее количество микроповреждений и повреждений зародыша возрастает соответственно от 43 до 48 % и от 25 до 29 %. Кроме того, после сортирования общее количество микроповреждений резко возрастает, особенно у мелких семян (на 31 %).

3. Определение энергии прорастания и всхожести семян показало высокие значения этих величин, что подтверждают сделанные в работе выводы о невозможности выявления скрытых дефектов партии стандартными методами. С этой целью определялась сила роста семян почвенным тестом. Определение силы роста у семян разной крупности показало тенденцию к снижению этого показателя и значительное уменьшение массы зеленых ростков у мелких семян.

4. С целью улучшения качества семян предпосевная подготовка предусматривала обработку семян фунгицидами, инсектицидами и ЖУСС-ами. Это позволило увеличить силу роста семян в почве у мелких семян на 5 %. Масса ростков снижалась по мере уменьшения крупности семян. Однако у

обработанных и необработанных семян одинаковых по крупности фракций существенной разницы по массе ростков не выявлено.

5. Используемая технология подготовки семян позволила даже при позднем сроке посева по непаровым предшественникам получить быстрые дружные всходы с полевой всхожестью 85–90 % и хорошим развитием растений, при кущении в среднем пять стеблей на одно растение, что обеспечило хорошую их перезимовку, высокую урожайность и хорошие качественные показатели. Посевные качества семян полученного урожая не определяли, так как посев и урожай зерна были продовольственного назначения.

ГЛАВА 4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ УБЫТКОВ ОТ СНИЖЕНИЯ ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ СЕМЯН

Потребительская и рыночная стоимость нового сорта проявляется в семенах в момент их реализации. Применение высококачественных семян является необходимым условием реализации потенциала сорта. Но каждый высокопотенциальный сорт не всегда оправдывает надежды покупателей на посевные качества семян этого сорта. Каждый сельскохозяйственный производитель при покупке сорта, несущего в себе высокие урожайные свойства, надеется на его высокие посевные качества, вкладывая за этот сорт огромные суммы денег. И не каждый при этом задумывается над тем, что такой сорт может иметь низкие показатели посевных качеств, так как при покупке семян предоставляются сертификат, в котором указывается только лабораторная всхожесть и чистота, нормированные ГОСТом. Только применение дополнительных методов оценки качества семян, которые не нормируются ГОСТом, могут показать, как себя может проявить данный сорт в полевых условиях. Применение дополнительных методов позволяет выявить разную реакцию сортов культур на сельскохозяйственные уборочные машины, влияние травмированности на их посевные качества.

Затратив на покупку посевного материала определённого сорта высокую цену, сельскохозяйственный производитель рискует понести и высокие убытки от купленного сорта с потенциально высокими урожайными свойствами, заложенными в этом сорте. По результатам исследований была проведена экономическая оценка возможных потерь (убытков), которые могут быть получены в результате посева травмированными семенами.

Механическое повреждение зерна снижает его посевные и другие качества. Это приводит к косвенным его потерям из-за неоправданного завышения норм посева и снижения стоимости семян, так как сильно поврежденное зерно часто не отвечает требованиям посевного стандарта и реализуется по более низким ценам.

Исходными данными являлись – урожайность (т/га), потери при уборке (т/га), лабораторная всхожесть, сила роста семян, макро- и микроповреждения семян (%). Прямые потери рассчитывались от дробления зерна (руб./га). Косвенные потери рассчитывались по стоимости оригинальных семян озимой пшеницы, которые в полевых условиях из-за повреждений семян не дают всходов.

По каждому сорту рассчитывалась норма высева, количество семян, которые не дают всходов из-за снижения полевой всхожести и стоимости посевного материала. Расчет производили на рекомендуемую норму посева 4 млн. шт./га. Посевную годность и норму высева семян определяли согласно ГОСТ 12038–84.

Сорта озимой мягкой пшеницы различались по весовой норме посева от 152,74 кг/га у сорта Роставчанка 3 до 175,85 кг/га у сорта Станичная. По твердой пшенице от 133,74 кг/га у сорта Гелиос до 159,75 кг/га у сорта Аксинит. Стоимость реализации оригинальных семян озимой пшеницы 22 руб./кг.

Результаты расчета экономических потерь от снижения качества семян приведены в таблице 25. Как видно из приведенных в таблице данных, потери зерна от дробления комбайном были разными по сортам, и колебались в пределах 0,098 т/га у сорта Станичная до 0,450 т/га у сорта Ермак. В денежном эквиваленте эти убытки составляют 2156 и 9900 руб./га соответственно. Самым устойчивым сортом озимой мягкой пшеницы к дроблению является Станичная. Можно предположить, что это обусловлено генетическими особенностями сорта. Косвенные потери посевного материала от микроповреждений и снижения полевой всхожести были незначительными по сравнению с прямыми, но все же различались по сортам. Наибольшими они были у сорта Ермак 0,036 т/га (792 руб./га), который отличался самой низкой силой роста и полевой всхожестью по сравнению с другими сортами и большим количеством микроповреждений. Наименьшие косвенные убытки были у сорта Станичная 0,02 т/га (440 руб./га).

Таблица 25 – Экономическая оценка убытков от снижения качества семян в среднем за 2009–2012 гг.

Сорт	Урожайность, т/га	Прямые потери от дробления			Косвенные потери посевного материала		Общие убытки, руб./га
		%	т/га	руб./га	т/га	руб./га	
Мягкая озимая пшеница							
Донской маяк	5,4	4,45	0,24	5280	0,022	484	5764
Ермак	5,4	8,3	0,45	9900	0,036	792	10692
Станичная	5,6	1,75	0,098	2156	0,02	440	2596
Ростовчанка 3	5,5	4,93	0,271	5962	0,027	594	6556
Твердая озимая пшеница							
Жемчужина Дона	4,63	8,99	0,462	10164	0,037	814	10978
Донской янтарь	4,77	5,12	0,244	5368	0,034	748	6116
Аксинит	4,8	4,15	0,199	4378	0,032	704	5082
Гелиос	4,5	5,77	0,26	5720	0,036	792	6512
Дончанка	4,61	5,61	0,258	5940	0,045	990	6666

Общие убытки от потерь зерна озимой мягкой пшеницы находились в пределах от 2596 руб./га у сорта Станичная до 10692 руб./га у сорта Ермак. Из всех сортов, выращенных в питомнике размножения, минимальными убытками характеризуются только два – Станичная и Донской маяк.

Потери зерна озимой твердой пшеницы от дробления комбайном колебались в пределах 0,199 т/га у сорта Аксинит до 0,462 т/га у сорта Жемчужина Дона. В денежном эквиваленте эти убытки составляют 4378 и 10164 руб./га соответственно. Самым устойчивым сортом озимой твердой пшеницы к дроблению является сорт Аксинит.

Анализ косвенных потерь посевного материала сортов озимой твердой пшеницы от микроповреждений показал, что хотя эти убытки и были незначительными по сравнению с прямыми, но все же по сортам различались. Наибольшими среди сортов твердой озимой пшеницы косвенные потери были у сортов Дончанка 0,045 т/га (990 руб./га) и Жемчужина Дона 0,037 ц/га (814 руб./га), которые отличались самой низкой силой роста и полевой всхожестью по сравнению с другими сортами и большим количеством микроповреждений. Наименьшие косвенные убытки отмечены у сорта Аксинит 0,032 т/га (704 руб./га).

Общие убытки от потерь зерна озимой твердой пшеницы находились в пределах от 5082 руб./га у сорта Аксинит до 10978 руб./га у сорта Жемчужина Дона. Из всех сортов озимой твердой пшеницы минимальными общими убытками характеризуется сорт – Аксинит.

Таким образом, для снижения экономических потерь и увеличения прибыли, необходимо уменьшать как прямые, так и косвенные потери, что можно достичь использованием передовой уборочной техники и машин для послеуборочной доработки, которые в меньшей степени повреждают семена. Приобретение такой техники окупит данные затраты и даст экономический эффект. Однако одним из главных способов снижения экономических потерь от повреждения семян является выведение и внедрение в производство устойчивых к механическому воздействию сортов.

Таким образом, для снижения экономических потерь и увеличения прибыли, необходимо уменьшить как прямые, так и косвенные потери, чего можно достичь использованием передовой уборочной техники и машин для послеуборочной доработки, которые в меньшей степени повреждают семена. Приобретение такой техники окупит данные затраты и даст экономический эффект. однако одним из главных способов снижения экономических потерь от повреждения семян является выведение и внедрение в производство устойчивых к механическому воздействию сортов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Макроповреждения семян сортов мягкой озимой пшеницы при обмолоте находились в пределах 1,75-8,3%, твердой пшеницы от 4,15 до 8,99%, что превышало допустимую при уборке семенных посевов величину 1%. Общее количество микроповреждений семян сортов мягкой озимой пшеницы колебалось от 53 до 76%, повреждения зародыша от 27 до 47%. Наибольшую устойчивость к механическому воздействию проявил сорт мягкой пшеницы Станичная, наименьшую – сорт Ермак. Сорта озимой твердой пшеницы имели более высокие значения. Общее количество микроповреждений семян озимой твердой пшеницы колебалось от 67 до 89%, повреждения зародыша от 34 до 70%. Большую устойчивость проявил сорт Аксинит, меньшую – Жемчужина Дона.

2. Установлено, что при соответствующем режиме работы одного и того же селекционного комбайна выявляются сортовые различия. Возникновение травм семян при разных вариантах обмолота (ручной обмолот, роторный и барабанный комбайны) на 10,6-18,8% зависит от генотипа сорта, на 31,8-38,9% – от варианта обмолота на 5,3-7,65% – от их взаимодействия.

3. Энергия прорастания по сортам озимой мягкой пшеницы составила 78-87%, по твердой – 79-93% соответственно. Лабораторная всхожесть семян сортов озимой мягкой и твердой пшеницы характеризовались высокими значениями 95-97% и 94-98% соответственно. Не выявлена реакция сортов.

4. Проявилась реакция сортов по силе роста семян почвенным тестом – по сортам мягкой пшеницы находилась в пределах 78-87%, по твердой пшенице – 64-87%. Высокая сила роста отмечена у сортов мягкой пшеницы Станичная, твердой – сорт Аксинит, с наименьшим количеством механических повреждений.

5. Полевая всхожесть семян по сортам озимой мягкой пшеницы находилась в пределах 78-84%, твердой – 73-80%. Сорта Станичная и Аксинит, с наибольшей устойчивостью к механическим повреждениям семян, характеризовались высокой полевой всхожестью. То есть показатели силы роста и полевой всхожести были более информативны в оценке качества семян.

6. Выяснено, что значения силы роста и полевой всхожести семян зависят от генотипов сортов на 11,3 и 13,2%, от варианта обмолота - на 39,3 и 23,6%, от их взаимодействия – на 5,8 и 4,4%.

7. Установлено, что средняя фракция семян сортов озимой мягкой пшеницы характеризовались толщиной 2,6-2,8 мм, ее удельный вес по сортам был в пределах 67,57-77,06%. Содержание крупной фракции по сортам 6,97-11,9%, мелкой – 13,52-24,5%. У сорта Станичная содержание крупной фракции было наибольшим 11,9%. Мелкая фракция характеризовалась по всем исследуемым сортам максимальным количеством общих микроповреждений 49-80%. Наибольшее количество микроповреждений мелкой фракции у сорта Ермак – 83%. Морфофизиологическая оценка проростков выявила у всех сортов снижение среднего балла мелкой фракции семян 3,26-3,74 балла. Более высокими баллами характеризуются крупные семена 3,61-3,92 балла.

8. Установлена реакция продуктивности растений на механические повреждения семян через снижение полевой всхожести, количества продуктивных стеблей на 1 м², массе 1000 зерен, массе зерна с одного колоса у сортов с меньшей устойчивостью к механическим повреждениям – Ермак и Жемчужина Дона.

Установлено, что на формирование продуктивности агрофитоценоза основное влияние оказывают сорт (А) – 29,1% и вариант обмолота (В) – 20%.

9. Выявлены корреляционные связи между исследуемыми признаками по сортам озимой мягкой и твердой пшеницы.

Наличие положительной связи между следующими признаками:

- общими микроповреждениями и травмами зародыша с числом макроповреждений ($r=0,52\pm0,35$ и $r=0,63\pm0,3$ соответственно у мягкой пшеницы; $r=0,80\pm0,24$ и $r=0,71\pm0,29$ - у твердой пшеницы)– увеличивается количество микротравм при высоком дроблении;

- энергией прорастания с общим числом микротравм и травм зародыша ($r=0,98\pm0,14$ и $r=0,97\pm0,17$ соответственно у мягкой пшеницы; $r=0,91\pm0,2$ и

$r=0,85\pm0,27$ – у твердой пшеницы), что подтверждается разной скоростью набухания семян;

- силой роста и полевой всхожестью ($r=0,64\pm0,3$ у мягкой пшеницы; $r=0,89\pm0,26$ у твердой пшеницы) – при высокой силе роста возрастает полевая всхожесть, то есть можно судить о поведении семян в поле, и по этому показателю оценивать реакцию сортов на механические повреждения семян;

- массой зеленых ростков с полевой всхожестью и силой роста ($r=0,81\pm0,24$ и $r=0,65\pm0,3$ соответственно у мягкой пшеницы; $r=0,91\pm0,24$ и $r=0,96\pm0,16$ у твердой пшеницы).

Отрицательная связь наблюдалась между следующими признаками:

- полевой всхожестью с общими микроповреждениями и зародыша ($r=0,72\pm0,29$ и $r=-0,69\pm0,29$ соответственно у мягкой пшеницы; $r=-0,81\pm0,2$ и $r=-0,88\pm0,27$ у твердой пшеницы);

- силой роста и микроповреждениями зародыша ($r=-0,76\pm0,29$ у мягкой пшеницы; $r=-0,98\pm0,11$ у твердой пшеницы) – сила роста снижалась с ростом микротравм зародыша, то есть этот тип травм наиболее опасен для формирования сильных ростков;

- массой зеленых ростков с общими микроповреждениями ($r=-0,74\pm0,29$ у мягкой пшеницы; $r=-0,94\pm0,19$ у твердой пшеницы) и травмами зародыша ($r=-0,72\pm0,29$ у мягкой пшеницы; $r=-0,97\pm0,14$ у твердой пшеницы).

10. Улучшено качество семян посевной партии за счет снижения механических повреждений путем применения комбайна роторного типа CASE IH, а для очистки и сортирования зерна – безрешетной аэродинамической установки Алмаз МС 40\20, что обеспечило быстрые дружные всходы с полевой всхожестью 85-90% и хорошим развитием растений, хорошую их перезимовку, высокую урожайность 7,8-6,7 т/га и высокие показатели качества.

11. Общие экономические убытки оценивали суммой потерь зерна от дробления комбайном и от снижения полевой всхожести семян. В денежном эквиваленте по сортам озимой мягкой пшеницы они находились в пределах от 2596 руб./га до 10692 руб./га. По сортам озимой твердой пшеницы от 5082 руб./га

до 10978 руб./га. Минимальными общими убытками из сортов озимой мягкой пшеницы характеризуется сорт Станичная, твердой – сорт Аксинит.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Предлагается в селекционном процессе оценивать перспективные образцы на устойчивость к механическим воздействиям при уборке, и учитывать данный показатель при размножении сортовых семян путем более тщательного контроля качества обмолота.

2. Рекомендуются в производстве определять фракционный состав семян по каждой посевной партии при выборе технологического процесса очистки и сортирования с целью выявления и удаления биологически менее полноценных мелких фракций. Для предотвращения увеличения числа механических повреждений семян во время очистки и сортирования использовать аэродинамические безрешётные типы сортировальных машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агафонов, Е.В. Почва и удобрения Ростовской области / Е.В. Агафонов, Е.В. Полуэктов. – п. Персиановский. – 1999. – С. 10–21.
2. Агроклиматические ресурсы Ростовской области: справочник. – Л.: Гидропромиздат. – 1972. – 251 с.
3. Азин, В.А. Прогноз полевой всхожести / В.А. Азин, В.А. Ткачева // Зерновое хозяйство. – 1980. – №2. – С. 31–32.
4. Анискин, В.И. Промышленное семеноводство: справочник. / В.И. Анискин, А.И. Батрачук, Б.А. Весна и др. // Под ред. И.Г. Строны. – М.: Колос. – 1980. – 287 с.
5. Апрод, А.И. Влияние трещиноватости на всхожесть семян риса / А.И. Апрод // Краткие итоги н.-и. работы за 1958 г: сборник научных трудов. – Краснодар. – 1961. – С. 112–115.
6. Архипов, М. В. Выявление скрытой дефектности семян зерновых культур методом микрофокусной рентгенографии / М. В. Архипов, Н. С. Прияткин, Л. П. Гусакова // Таврический вестник аграрной науки. – 2018. – № 3 (15). – С. 8–13. – URL: http://tvan.niishk.ru/data/documents/1_3.pdf (дата обращения: 15.10.2020).
7. Архипов, М. В. Интроскопический экспресс-контроль целостности внутренних структур зерновок при формировании производственных партий зерна, наиболее пригодных для длительного хранения / М. В. Архипов, Н. С. Прияткин, Л. П. Гусакова, Ю.А. Тюкалов, А.Н. Перекопский // Селекция, семеноводство и генетика. – 2015. – № 2. – С. 53–54. – URL: <https://fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/news/smi/select/select-2-2015.pdf> (дата обращения: 15.10.2020).
8. Астапенко, А.Н. Поражаемость травмированных семян микроорганизмами [Электронный ресурс] / А.Н. Астапенко, В.В. Цык // Сб. статей: Агросборник 4 (2008). – Режим доступа: <http://agrosbornik.ru/agrosbornik4/46-2011-09-12-18-45-43.html> (дата обр. 12.09.2011).

9. Барышев, Д.Д. Методы диагностики травмированных семян пшеницы / Д.Д. Барышев, Н.Н. Барышева, С.П. Пронин // Ползуновский альманах. – 2019. – № 4. – С. 121-123.
10. Барышева, Н. Н. Сравнение мембранного потенциала зерен пшеницы, разделенных на фракции по аэродинамическим свойствам, разных сортов с разной урожайностью / Н. Н. Барышева, С. П. Пронин, Д. Д. Барышев, В. И. Беляев // Инженерные технологии и системы. – 2020. – Т. 30, № 4. – С. 550–575. DOI 10.15507/2658-4123.030.202004.550-575.
11. Барышева, Н.Н. Результаты теоретических и экспериментальных исследований изменения мембранного потенциала зерен пшеницы разной всхожести / Н.Н. Барышева, С.П. Пронин // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – №: 2 (46). – С. 141-145. DOI: 10.24411/1999-6837-2018-12041.
12. Барышева, Н.Н. Экспресс-оценка качества семян пшеницы после очистительной линии / Н.Н. Барышева, С.П. Пронин, В.И. Беляев, Д.Д. Барышев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 10 (180). – С. 128-134.
13. Бедыч Т. Повреждение зерна при послеуборочной обработке / Т. Бедыч // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2008. – №4. – С. 71.
14. Белецкий, С. Л. Современные принципы и технические средства сепарации семян / С. Л. Белецкий, Н. С. Прияткин, М. В. Архипов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2018. – № 3. – С. 89–97. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-printsipy-i-tehnicheskie-sredstvaseparatsii-semyan> (дата обращения: 15.10.2020).
15. Бурков, А. И. Подготовка высококачественных семян с использованием пневмосепараторов / А. И. Бурков, Г. А. Баталова, А. Л. Глушков, В. А. Ладыкин // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – № 2 (57). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-vysokokachestvennyh-semyan-s-ispolzovaniem-pnevmosteparatorov> (дата обращения: 15.10.2020).
16. Бурков, А.И. Технология очистки семян зерновых культур с фракционированием на решетках и отдельной обработкой воздушным потоком / А.И. Бурков, В.Л. Андреев // Научные труды ВИМ.–2002.–Т. 141. – С. 103–111.

17. Бурков, А.И. Фракционная технология послеуборочной обработки зерна / А.И. Бурков, В.М. Андреев, Н.Л. Малыгин // Земледелие. – 2001. – №1. – С. 42–43.
18. Василенко, В.Н. Зональные системы земледелия Ростовской области на ландшафтной основе / В.Н. Василенко, В.С. Зинченко, В.П. Ермоленко. – п. Рассвет. – 2007. – 244 с.
19. Велингтон, П. Методика оценки проростков семян / П. Велингтон. – М.: Колос. – 1973. – 480 с.
20. Венджиев, Н.Л. Механико-технологическое обоснование методов снижения потерь от травмирования зерна при уборке кукурузы и масличных культур: автореферат диссертация доктора технических наук / Н.Л. Венджиев. – Нальчик. – 1999. – 24 с.
21. Гимадиев, А.М. Влияние травмирования семян на их посевные качества. Пневмосепаратор с поворотными барьерами / А.М. Гимадиев // Агромир Черноземья. – 2010. – №4. – С. 37.
22. Гимадиев, А.М. Травмирование семян / А.М. Гимадиев // Агроинформ. – 2010. – №6. – С. 18-19.
23. Гордеев, А.В. Россия – зерновая держава / А.В.Гордеев, В.А. Бутковский. – М.: Пищепромиздат. – 2003. – 508с.
24. ГОСТ 12036 – 85. Семена сельскохозяйственных культур. Правила приемки и методы отбора проб // Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения качества. – М.: Изд-во стандартов – 1991. – С. 3 – 17.
25. ГОСТ 12037 – 81. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян // Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения качества. – М.: Изд-во стандартов. – 1991.– С. 18–43.
26. ГОСТ 12038 – 84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Взамен ГОСТ 12038-66. – Введ. 01.07.86 // Семена сельскохозяйственных культур. – М.: Колос. – 1982. – 231 с.
27. ГОСТ 28301 – 2007. Комбайны зерноуборочные. Методика испытаний. Взамен ГОСТ 28301 – 89. – М.: Изд-во стандартов. – 2007. – 39 с.

28. ГОСТ Р 52325 – 2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия: действует с 01.01.2006. Стандартиформ. – 2005. – 20 с.
29. Гречанюк, А.М. Снижение отрицательных последствий травмирования семян кукурузы приемами обработки пленкообразующими материалами: диссертация кандидата сельскохозяйственных наук / А.М. Гречанюк. – Днепропетровск. – 1984. – 177 с.
30. Григорьева, Э.С. Семеноведение полевых культур: учебное пособие / Э.С. Григорьева. – Барнаул: Азбука – 2006. – 186 с.
31. Гриценко, А.А. Агрометеорологические условия в зерноградском районе Ростовской области (1930-2002гг.) / А.А.Гриценко. – Ростов-на-Дону. – 2005. – 80 с.
32. Гриценко, В.В. Семеноведение полевых культур / В.В. Гриценко, З.М. Колошина – М.: Колос – 1976. – 254 с.
33. Демиденко, Е.В. Энергия прорастания и всхожесть семян в зависимости от типа травм [электронный ресурс] / Е.В. Демиденко, В.В. Цык // Сборник статей «Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур (2010). – <http://agrosbornik.ru/innovacii1/147-2011-10-09-16-36-21.html> (дата обр. 09.10.11).
34. Деревянко, Д.А. Качество семян озимой пшеницы в зависимости от технологии их подготовки на зерноочистном заводе / Д.А. Деревянко // Агро XXI. – ООО «Издательство Агрорус». – 2012. – №1–3. – С. 39-41.
35. Долгодворов, В.Е. Продуктивность озимой тритикале в зависимости от величины семян / В.Е. Долгодворов //Зерновое хозяйство. – 2006. – №1. С. 21 – 23.
36. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. - Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. - М.: Альянс. - 2011. - 350 с.
37. Дудин, Н.Н. Влияние травмированных семян яровой пшеницы на изменение урожайных свойств неповрежденных / Н.Н. Дудин // В сборнике научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых: Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем. – Рязань. – 2020. – С. 48-50.

38. Ермилов, Г.Б. Микротравмы семян яровой пшеницы, их характеристика и распространение / Г.Б. Ермилов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1975. – № 3. – С. 39–42.
39. Ермилов, Г.Б. Некоторые биологические особенности периода прорастания семян сельскохозяйственных культур и возможность прогнозирования полевой всхожести: автореферат диссертация доктора сельскохозяйственных наук / Г.Б. Ермилов. – Харьков – 1964. – 32 с.
40. Ермилов, Г.Б. Посевные качества семян и их полевая всхожесть / Г.Б. Ермилов // Биология и технология семян. – Харьков. – 1974. – С. 342–345.
41. Жалнин, Э.В. Снижение механических повреждений зерна при уборке и обработке: рекомендации / Э.В. Жалнин, А.А. Майстренко. – М.: Агропромиздат. – 1998. – 24 с.
42. Жизнеспособность семян / Перевод с англ. М.А. Емельяновой // Под ред. М.К. Фирсовой. – М.: Колос. – 1978. – 496 с.
43. Жизнеспособность семян [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geopriroda.ru/seed/> (дата обр. 03.07.11).
44. Жученко, А.А. Ресурсный потенциал зерна в России / А.А. Жученко. – М.: Агрорус. – 2004. – 109 с.
45. Захаров, П.П. Травмирование семян яровой пшеницы в семфондах Омской области / П.П. Захаров // Научные труды Омского СХИ. – 1971. – Т. 88. – С. 55–60.
46. Захаров, П.П. Влияние выравненности семян на их травмирование / П.П. Захаров // Зерновые и масличные культуры. – 1969. – №4. – С. 26 – 29.
47. Захарченко, И.В. Двухфазная технология обмолота семян в увлажненной зоне / И.В. Захарченко, Б.А. Карпов // Селекция и семеноводство. – 1980. – №1. – С. 33–35.
48. Зюзьков, Б.И. О едином показателе механических повреждений семян / Б.И. Зюзьков // Труды Омского СХИ. – 1972. – Т.94. – С. 38–40.
49. Ижик, Н.К. Комплексное исследование факторов, влияющих на полевую всхожесть семян / Н.К. Ижик // Физиолого-биохимические проблемы семеноведения и семеноводства. – Иркутск. – 1973. – С. 125–127.
50. Ижик, Н.К. Полевая всхожесть семян / Н.К. Ижик. – Киев: «Урожай». – 1976. – 200 с.

51. Изучение механических повреждений зерна в барабанных молотильно-очистительных агрегатах // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2001. – №3. – 731 с.
52. Ионова, Е. В. Травмирование семян озимой мягкой пшеницы как показатель снижения ее посевных качеств / Е. В. Ионова, Ю. Г. Скворцова, Г.А. Филенко, Т. И. Фирсова // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 6(66). – С. 68–71. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-68-71.
53. Ионова, Е.В. Травмирование семян озимой пшеницы при уборке и послеуборочной доработке / Е.В. Ионова, Ю.Г. Скворцова // Зерновое хозяйство России. – 2010. – №1(7). – С. 17–20.
54. Калашников, К.Я. Определение силы начального роста семян / К.Я. Калашников // Биология и технология семян. – Харьков. – 1974. – 40–45 с.
55. Калошина, З.М. О повреждениях семян пшеницы и ржи и влиянии их на полевую всхожесть / З.М. Калошина // Биология и технология семян. – Харьков. – 1974. – С. 167.
56. Калошина, З.М. Пути повышения посевных качеств зерновых культур / З.М. Калошина. – М.: Знание. – 1973. – 64 с.
57. Карпович, И.В. Влажность семян при обмолоте определяет их всхожесть / И.В. Карпович // Селекция и семеноводство. – 1964. – №1. – С. 36–38.
58. Ковтун, В.И. Селекция озимой пшеницы на юге России / В.И. Ковтун, Н.Е. Самофалова. – Ростов-на-Дону. – 2006. – 480с.
59. Кокина, Л.П.. Травмирование как фактор снижения посевных качеств семян ячменя / Л.П. Кокина, И.Н. Щенникова, И.Ю. Зайцева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 5 (175).– С. 19-24.
60. Королева, Р.О. Урожай зерна и посевные качества семян при разной лабораторной всхожести посевного материала / Р.О. Королева // Записки Ленинградского сельхозинститута. – 1972. – С. 78–82.
61. Кузнецов, В.В. Совершенствование методики оценки микроповреждения зерновок / В.В. Кузнецов, С.З. Манойлина // Вестник ВГАУ. – 2007. – №14. – С. 121–135.

62. Кулешов, Н.Н. Агрономическое семеноведение / Н.Н. Кулешов. – М.: Издательство сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов. – 1963. – 304 с.
63. Кулешов, Н.Н. Лабораторная и полевая всхожесть семян сельскохозяйственных растений и ее научно-производственное значение / Н.Н. Кулешов // Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений. – М.: Наука. – 1964. – С. 84–86.
64. Куперман, Ф.М. Еще раз о механических повреждениях семян / Ф.М. Куперман // Селекция и семеноводство. – 1950. – №3. – С. 45–48.
65. Куперман, Ф.М. Механические повреждения семян как одна из причин снижения полевой всхожести / Ф.М. Куперман // Труды Алтайского сельскохозяйственного института. – 1948. – №1. – С. 81–85.
66. Куперман, Ф.М. О влиянии механических повреждений на полевую всхожесть семян / Ф.М. Куперман // Селекция и семеноводство. – 1949. – №6. – С. 62–66.
67. Куперман, Ф.М. Об аномалиях роста растений из травмированных семян пшеницы / Ф.М. Куперман // Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений. – М.: Наука. – 1964. – С. 62–64.
68. Куперман, Ф.М. Почва, как средство для проращивания семян при определении всхожести в лабораторных условиях / Ф.М. Куперман // Селекция и семеноводство. – 1948. – №4. – С. 42–44.
69. Легенький, И.Н. Влияние способов и сроков уборки урожая на травмирование семян / И.Н. Легенький // Селекция и семеноводство. – 1960. – №3. – С. 25–26.
70. Легенький, И.Н. Травмирование семян при обмолоте / И.Н. Легенький // Земледелие. – 1964. – №7. – С. 57–60.
71. Липовский, М.А. Двухфазный обмолот однобароданным комбайном / М.А. Липовский // Достижения науки и техники АПК. – 2003. – №7. – С. 24–26.
72. Лихачев, Б.С. Использование показателей силы роста семян в промышленном семеноводстве / Б.С. Лихачев // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. – №11. – С. 67–72.
73. Лихачев, Б.С. Некоторые вопросы полевой и лабораторной всхожести / Б.С. Лихачев // Бюллетень Всероссийского ордена Ленина института растениеводства им. Н.И. Вавилова. – Ленинград. – 1973. – №33. – С. 26–29.

74. Лихачев, Б.С. Оценка проростков на ранней стадии развития – один из методов определения силы роста семян / Б.С. Лихачев // Труды по прикладной ботанике, селекции и генетике. – М.: Колос. – 1974. – Т.51. – С. 97–113.
75. Лихачев, Б.С. Связь силы роста семян с ростом, развитием и продуктивностью формирующихся из них растений / Б.С. Лихачев // Сборник научных трудов по прикладной ботанике, генетике, селекции. – 1984. – С. 81–89.
76. Лихачев, Б.С. Сила роста и жизнеспособность семян: автореферат диссертации доктора с.-х. наук / Б.С. Лихачев. – Краснодар. – 1986. – 30 с.
77. Лихачев, Б.С. Сила роста семян и ее роль в оценке их качества / Б.С. Лихачев // Селекция и семеноводство. – 1983. – №3. – С. 42–44.
78. Лихачев, Б.С. Сила роста семян и продуктивность растений / Б.С. Лихачев, Э.И. Беляев // Селекция и семеноводство. – 1969. – №3. – С. 75–76.
79. Лихачев, Б.С. Сила роста семян пшеницы и продуктивность вырастающих из них растений / Б.С. Лихачев // Биология и технология семян. – Харьков. – 1974. – С. 141–143.
80. Лихачев, Б.С. Улучшить методику определения посевных качеств семян зерновых культур / Б.С. Лихачев, Н.В. Журова, И.М. Гужова // Селекция и семеноводство. – 1976. – №6. – С. 58–59.
81. Ловчиков, А.П. Меньше травмированного зерна / А.П. Ловчиков // Сельскохозяйственный механизатор. – 2003. – №11. – С. 24 – 26.
82. Ловчиков, А.П. Снижение травмирования зерна в период уборки урожая / А.П. Ловчиков, В.П. Ловчиков, И.И. Греднева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – №12. – С. 35–38.
83. Ляпкосова, И.А. Влияние травмирования семян на посевные качества и урожайность нута в Нижнем Поволжье: автореф. дис. канд. с.-х. наук / И.А. Ляпкосова. – Саратов. – 2005. – 26 с.
84. Манойлина, С.З. Совершенствование методики определения микротравмирования зерна при послеуборочной обработке: автореф. дис. кандидат. с.-х. наук / С.З. Манойлина. – Воронеж. – 2010. – 22 с.
85. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Москва: Госагропром СССР. – 1988. – 121 с..

86. Мякин, В.Н. Травмирование семян при послеуборочной обработке и пути его снижения / В.Н. Мякин, С.Г. Урюпин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2006. – №3. – С. 73 – 75.
87. Николаева, М.Г. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян / М.Г. Николаева, Н.В. Обручева. – М.: Колос. – 1982. – 487 с.
88. Новак, Е.С. О дроблении зерна при обмолоте / Е.С. Новак // Труды ВНИИМЭСХ. – Ростов-на-Дону. – 1969. – №12. – С. 153–162.
89. Нуруллин, Э.Г. Экспериментальное исследование микротравмирования зерна на комбайнах / Э.Г. Нуруллин, И.Р. Зайнутдинов, Р.А. Файзуллин // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: труды научно-практической конференции. – Казань. – 2020. – С. 103-108.
90. Нуруллин, Э.Г. Экспериментальное определение травмирования семян пшеницы после окончательной подработки перед протравливанием / Э.Г. Нуруллин, И.Р. Зайнутдинов, Р.А. Файзуллин // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Казань. – 2020. – С. 110-117.
91. Оробинский, В. И. Исследование качественных показателей семян озимой пшеницы при комбайновой уборке и послеуборочной обработке / В.И. Оробинский, А. М. Гиевский, А. В. Чернышов, И. В. Баскаков // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2020.– № 21(184) – С. 84-97.
92. Оробинский, В. И. Исследование прочностных и посевных качеств семян озимой пшеницы при фракционной технологии послеуборочной обработки зерна / В. И. Оробинский, А. М. Гиевский, А.П. Тарасенко, А. В. Чернышов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (62). С. 13-18. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.3.13.
93. Оробинский, В.И. Снижение травмирования зерна при уборке: монография / В.И. Оробинский, И.В. Баскаков, А.В. Чернышов. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 161 с.

94. Оробинский, В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технических средств для ее реализации: диссертация доктора сельскохозяйственных наук / В.И. Оробинский. – Воронеж. – 2007. – 298 с.
95. Осинцев, Е.Г. Исследование процесса отделения целых и микротравмированных семян зерновых культур в электрическом поле: автореф. дис. канд. техн. наук / Е.Г. Осинцев. – Челябинск. – 2009. – 19 с.
96. Панов, А.А. Травмирование семян в результате трения / А.А. Панов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1980. – № 11. – С. 18–19.
97. Пахомов, В.И. Анализ травмирования семенного материала при очистке на зерноочистительном агрегате типа ЗАВ / В.И. Пахомов, А.А. Бойко, Д.С. Подлесный, О.С. Бабенко, М.В. Корякин // В сборнике международной научно-практической конференции «Интерагромаш»: Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса. – 2019. – С. 435-438.
98. Пахомов, В.И. Пути снижения травмирования зернового материала ковшовыми элеваторами в зерноочистительных агрегатах типа ЗАВ / В.И.Пахомов, А.А. Бойко, Д.С. Подлесный, Д.С. Саркисян // В сб. научно-практич. конф. в рамках XXIII Агропромышленного форума юга России и выставки "Интерагромаш": Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса. – В 2-х томах. – 2020. – С. 554-558.
99. Пахомов, В.И. Травмирование зерна при низкоскоростном соударении с поверхностями рабочих органов подъемно-транспортных машин / В.И. Пахомов, С.В. Брагинец, Е.В. Бенова, О.Н. Бахчевников, Д.С. Подлесный // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2020. – Т. 14. – № 2. – С. 53-58.
100. Пехальский, И.А. Травмирование внутренних структур зерновок как фактор снижения продуктивности семян зерновых культур / И.А. Пехальский, В.М. Кряжков, А.А. Артюшин, В.Ф. Сорочинский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 117 (03). – С. 783-792.
101. Подъяпольская, О.П. Влияние на микрофлору зерна целостности его покровов / О.П. Подъяпольская // Труды ВНИИЗ. – 1995. – №3(07). – С. 41–49.

102. Посыпанов, Г.С. Практикум по растениеводству / Г.С. Посыпанов. – М.: Мир. – 2004. – 256 с.
103. Прикладов, Н.В. Сила роста семян растений: автореф. дис. доктора биол. наук / Н.В. Прикладов. – Томск. – 1962. – 34 с.
104. Просвирик, П.Н. Снижение травмирования семян зерновых при уборке / П.Н. Просвирик, В.А. Шевченко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – №7. – С. 3–6.
105. Пугачев, А.Н. Влияние влажности зерна на механические повреждения его при комбайновой уборке / А.Н. Пугачев // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1962. – №8. – С. 89–92.
106. Пугачев, А.Н. Механические повреждения зерна пшеницы и ржи при обмолоте и пути их устранения: автореф. дис. канд. с.-х. наук / А.Н. Пугачев. – М. – 1970. – 20 с.
107. Пугачев, А.Н. Механические повреждения зерна ржи и пшеницы комбайнами / А.Н. Пугачев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1960. – № 3. – С. 24–28.
108. Пугачев, А.Н. Методика определения механических повреждений зерна машинами и влияние их на посевные качества семян / А.Н. Пугачев, С.А Чазов. – М.: Россельхозиздат. – 1972. – 110 с.
109. Пугачев, А.Н. Повреждение зерна машинами / А.Н. Пугачев. – М.: Колос. – 1976. – 319 с.
110. Путинцев, А. Ф. Влияние травмирования семян на всхожесть и урожай / А.Ф. Путинцев, Н.А. Платонова // Зерновое хозяйство. – 1985. – № 9. – С. 30.
111. Пьяных, В.П. Снижение травмирования при обмолоте / В.П. Пьяных, С.А. Радищев // Механизация и электрификация. – 2002. – №6. – С. 26–28.
112. Раенко, Е.Ю. Влияние послеуборочной обработки на состояние семян [Электронный ресурс] / Е.Ю. Раенко, А.Н. Блазнов. – Режим доступа: <http://sibac.info/index.php/2009-07-01-10-21-16/4943-2012-11-23-15-39-03> (дата обр. 23.11.12).
113. РД 10.10.2-91. Зерноочистительные машины, агрегаты, зерноочи-стительно-сушильные комплексы. Программа и методы испытаний. Взамен ОСТ 70.10.2-74. – М. – 1991. – 112 с.

114. Реймерс, Ф. Э. Физиология семян культурных растений Сибири / Ф.Э. Реймерс, И.Э. Илли // Зерновые злаки. – Новосибирск: Наука. – 1974. – 144 с.
115. Родимцев, Р.А. Устройство для снижения травмирования семян зернобобовых культур / С.А. Родимцев, В.М. Дринча // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2007. – №3. – С. 7–11.
116. Российский статистический ежегодник 2019: статистический сборник. – М.: Росстат. – 2019. – 786 с.
117. Россия и страны мира 2020: статистический сборник. – М.: Росстат. – 2020. – 380 с.
118. Русских, В.Ф. Колыбель зерна [Электронный ресурс] / В. Русских / Режим доступа: <http://selhozrf.ru/node/976> (дата обр. 30.06.13).
119. Русских, В.Ф. Обработка семян перед посевом – шаг к высокому урожаю / В.Ф. Русских // Хлебопродукты. – 2011. – №8. – С. 29–31.
120. Самофалова, Н.Е. Сорта и гибриды зерновых и кормовых культур Всероссийского НИИ зерновых культур им. И.Г. Калининко / Н.Е. Самофалова, О.В. Скрипка, Т.А. Гричаникова и др. – Ростов-на-Дону. – 2010. – 96 с.
121. Сечняк, Л.К. Экология семян пшеницы / Л.К. Сечняк. – М.: Колос. – 1981. – 349 с.
122. Скворцова, Ю.Г. Оценка урожайности и посевных качеств у сортов озимой мягкой пшеницы ФГБНУ "АНЦ "Донской" в первичном семеноводстве / Ю.Г. Скворцова, Г.А. Филенко, Т.И. Фирсова, Н.Г. Черткова, Н.В. Калинина // Зерновое хозяйство России. – 2021. – №5 – С.24-28. (В рус.) <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-77-5-24-28>.
123. Смиловенко, Л.А. Семеноводство с основами селекции полевых культур: учебное пособие / Л.А. Смиловенко. – Ростов-на-Дону: Издательский центр МарТ – 2004. – 240 с.
124. Стаценко, А.П. Метод определения силы роста семян / А.П. Стаценко, Ф.А. Бутылкин // Зерновое хозяйство. – 2002. – №6. – С. 15–16.
125. Строна, И. Г. Н. Методика определения механических повреждений зародыша зерна пшеницы и ржи при обмолоте зерноуборочными комбайнами / И.Г. Строна, П.Н. Шibaев, Н.Н. Ульрих, З.М. Калошина, К.Г. Колганов и др. – М.: Сельхозтехника. – 1968. – 5 с.
126. Строна, И.Г. Общее семеноведение полевых культур / И.Г. Строна. – М.: Колос – 1972. – 464 с.

127. Строна, И.Г. Травмирование семян и его предупреждение / И.Г. Строна, А.Н. Пугачев и др. – М.: Колос. – 1972. – 320 с.
128. Строна, И.Г. Травмирование семян зерновых культур и урожай / И.Г. Строна // Биология и технология семян.–Харьков. – 1971.–С. 252–255.
129. Строна, И.Г. Физиолого-биологические особенности травмирования семян / И.Г. Строна, Е.Г. Кизилова // Вопросы генетики, селекции, семеноводства, семеноведения. – Харьков. – 1971. – Т. 10–11. – С. 252.
130. Строна, И.Г. Экология семян, ее семеноводческое значение / И.Г. Строна, Н.М. Макрушин // Селекция и семеноводство. – 1978. – №39. – С. 79–85.
131. Суббота, Т.В. Полевая всхожесть семян озимых культур при посеве по разным предшественникам в южной зоне Ростовской области: диссертация кандидата сельскохозяйственных наук.–М.: ТСХА.–1978.–174 с.
132. Суббота, Т.В. Посевные качества зерна озимой пшеницы в зависимости от степени механических повреждений / Т.В. Суббота // Зерновые, зернобобовые и крупяные культуры. – 1986. – №3. – С. 18-20.
133. Тарасенко, А. П. Снижение травмирования зерна при послеуборочной обработке / А. П. Тарасенко, В. И. Оробинский, А. М. Гиевский, И.В.Баскаков, А.В.Чернышов, М.К.Харитонов // Вестник аграрной науки Дона – 2019. – № 1 (45). – С. 63–68. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/snizhenie-travmirovaniya-zerna-pri-posleuborochnoy-obrabotke/viewer> (дата обращения: 15.10.2020).
134. Тарасенко, А.П. Влияние влажности зерна при уборке и послеуборочной обработке на посевные качества семян / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова // Хранение и переработка зерна. –Украина, Днепропетровск. – 2004.–№2. – С. 12 – 13.
135. Тарасенко, А.П. Выделение семенной фракции при послеуборочной обработке / А.П. Тарасенко, Р.А. Тарасенко, Ю.М. Соловьев // Сборник научных трудов Воронежского госагроуниверситета. – 2004. – С. 114–118.
136. Тарасенко, А.П. Методика определения ожидаемого уровня травмирования зерна при послеуборочной обработке / А.П. Тарасенко, М.Э. Мерчалова // Вестник Воронежского гос. аграр. ун-та.–1998.–№1. – С. 239–246.

137. Тарасенко, А.П. Послеуборочная обработка семян фракционированием / А.П. Тарасенко, В.В. Шередекин, М.Э. Мерчалова, Р.А. Тарасенко // Селекция и семеноводство. – 2004. – №2. – С. 24 – 28.
138. Тарасенко, А.П. Совершенствование предварительной обработки семенного зерна / А.П. Тарасенко, В.В. Шередекин, Р.А. Тарасенко // Научные труды ВИМ. – 2003. – Т. 148. – С. 148–154.
139. Тарасенко, А.П. Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке / А.П. Тарасенко. – Воронеж. – 2003. – 331 с.
140. Тарасенко, А.П. Целое зерно за один пропуск / А.П. Тарасенко, М. Мерчалова, Р.А. Тарасенко // Сельский механизатор. – 2000. – №8. – С. 20.
141. Тарасенко, Р.А. Влияние количества механических воздействий на травмирование зерна / Р.А. Тарасенко // Сборник научных трудов Воронежского госагроуниверситета. – 2000. – С. 31–35.
142. Тарасенко, Р.А. Снижение травмирования семян путем совершенствования процесса их послеуборочной обработки: дис. канд. техн. наук. / Р.А. Тарасенко. – Воронеж. – 2006. – 143 с.
143. Тарасенко, Р.А. Травмирование зерна элементами поточных технологических линий / Р.А. Тарасенко // Природопользование, ресурсы, техническое обеспечение: межвузовский сборник научных трудов Воронеж. – 2000. – С. 178–180.
144. Тимчук, В. От чего зависит качество посевного материала и как избежать травмирования семян / В. Тимчук, Н. Цехмейструк, А. Сало // Зерно. – 2010. – №8. – С. 48.
145. Титенок, Л.Н. Результаты фитоэкспертизы семян по зонам Ставропольского края / Л.Н. Титенок, Л.И. Подколзин, Л.В. Бурлай // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур в России в рыночных условиях. – М. – 2001. – С. 291–301.
146. Тишанинов, К. Н. Проблемы современной послеуборочной очистки зерна / К. Н. Тишанинов // Наука в Центральной России. – 2020. – № 1 (43). – С.27-35. DOI: 10.35887/2305-2538-2020-1-27-35.
147. Тоболова, Г.В. Толщина семенных и плодовых оболочек зерновок тетраплоидного вида пшеницы *Triticum carthlicum* NEVSKI. (= *Triticum persicum*

VAV) / Г.В. Тоболова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии – 2018. – № 9. – С. 132-134.

148. Травмирование семян и его предупреждение / Под ред. И. Г. Строны. – М.: Колос. – 1972. – 160 с.

149. Троценко, В. В. Оценка машин по степени повреждения зерна гречихи / В.В. Троценко, И.В. Троценко // Механизация сельскохозяйственного производства в начале XXI века: сборник научных трудов. – Новосибирск: Новосибирский ГАУ. Инженерный ин-т. – 2001. – С.94 – 97.

150. Троценко, В.В. Лабораторная всхожесть микроповрежденных семян ячменя / В.В. Троценко, А.И. Забудский // Вестник Красноярского ГАУ. – 2018. – № 5 (140). – С. 70-76.

151. Троценко, В.В. Повреждение зерна ячменя машинами при механизированной обработке / В.В. Троценко, А.И. Забудский, В.В. Комендантов // Электрон. науч.-метод. журнал Омского ГАУ. – 2017. – № 1 (8). – URL <http://e-journal.omgau.ru/index.php/2017/1/35-statya-2017-1/783-00310>.

152. Троценко, В.В. Снижение механических повреждений семян гречихи при послеуборочной обработке: автореф. дис. канд. техн. наук / В.В. Троценко. – Омск. – 2003. – 17 с.

153. Фадеев, Л.В. Нории Фадеева – нет потерь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agro.imperija.com.index.php?id=1298304865> (дата обр. 01.10.09).

154. Фадеев, Л.В. Пути повышения урожайности и улучшения сохранности зерна при хранении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agro.imperija.com.index.php?id=1298307416> (дата обр. 21.02.11).

155. Фадеев, Л.В. Решето (сито) Фадеева – нет травмам зерна и высшее качество очистки! [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://imperija.com.index.php?id=1267614367> (дата обр. 03.03.10).

156. Фадеев, Л.В. Щадящая технология зерноочистки требует сит (решет) новой геометрии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agro.imperija.com.index.php?id=1311072287> (дата обр. 03.07.11).

157. Фадеев, Л.В. Щадящая технология подготовки семян – путь повышения урожайности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://imperija.com/index.php?id=1254484845> (дата обр. 02.10.09).
158. Федорова, О.А. Снижение повреждаемости зерна при уборке зерновых культур за счет предварительного обмолота хлебной массы: автореф..дис. канд. техн. наук / О.А. Федорова. – Волгоград.– 2003. – 19 с.
159. Хайдекер, В. Силасемян / В. Хайдекер // В кн.: Жизнеспособность семян. – М.: Колос. – 1978. – С. 202–237.
160. Халилов, Ш.З. Влияние травмирования и способов обмолота семян пшеницы на их биологические и урожайные свойства / Ш.З. Халилов, К.Г. Гаппаров, Р. М. Икрорхон // Электронный журнал. Технические науки. — 2020. — Том 3. — № 1. — С. 40-46. <http://dx.doi.org/10.26739/2181-9696-2020-1-7>.
161. Хамуев, В.Г. Тенденции развития технических средств очистки и сортирования семян сельскохозяйственных культур / В.Г. Хамуев, М.Н. Московский, К.В. Лепешкин, К.В. Громов // Сетевой научный журнал. Инженерный вестник Дона. — 2018. — № 4 (51). — 10 с.
162. Харлан, М.А. Механические повреждения семян кукурузы на разных этапах заводской обработки [Электронный ресурс] / М.А. Харлан, В.В. Цык // Сборник статей. Инновации возделывания (2008). – Режим доступа: <http://agrosbornik.ru/innovacii1/96-2011-10-09-15-03-05.html> (дата обр. 09.10.11).
163. Хатнянский, В.И. Влияние травмирования и инкрустирования семян подсолнечника на их посевные и урожайные свойства / В.И. Хатнянский, В.Т. Пивень, В.В. Волгин, Л.Е. Пивень // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК.–2006. – №1(134). – С. 26–33.
164. Хлебный, В. Влияние травмирования семян на формирование урожая яровой пшеницы / В. Хлебный // Сборник научных работ Рязанского СХИ. – 1973. – Т. 35. – №.2. – С. 98–102.
165. Чазов, С.А. Биологические свойства поврежденных семян и методы их улучшения / С.А. Чазов // Зерновое хозяйство. – 1977. – №6. –С.30 –34.

166. Чазов, С.А. Методы определения механических повреждений семян зерновых / С.А. Чазов, В. Федорова // Труды Уральского НИИСХ. – 1967. – Т. 7. – С. 233–242.
167. Чазов, С.А. Хранение и подготовка к севу травмированных семян / С.А. Чазов, В. Щорова // Зерновые и масличные культуры. – 1971. – №10. – С. 27–29.
168. Чернышов, С.В. Снижение травмирования зерна за счет совершенствования механизации его послеуборочной обработки: автореф. дис. канд. с.-х. наук / С.В. Чернышов. – Воронеж. – 2011. – 21 с.
169. Чернышов, С.В. Снижение травмирования зерна нориями / С.В. Чернышов, А.П.Тарасенко, М.Э. Мерчалова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – №10. – С. 6.
170. Чудин, И. А. Влияние механических повреждений семян яровой пшеницы на урожай и его качества / И.А. Чудин // Сибирский вестник с.-х науки. – 1981. – № 6. – С. 21–25.
171. Чудин, И. А. Методика определения травмирования семян при послеуборочной обработке / И.А. Чудин // Научные труды Омского СХИ. – 1972. – Т. 94. – С. 41–42.
172. Чудин, И. А. Механические повреждения и жизнеспособность семян / И.А. Чудин // Земля сибирская, дальневосточная. – 1981. – № 11. – С. 52 – 53.
173. Чудин, И. А. Оценка машин по степени повреждения зерна / И.А. Чудин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1984. – № 2. – С. 90–97.
174. Шабанов, Н.И. Влияние различных типов молотильно-сепарирующих устройств зерноуборочных комбайнов на качественные показатели семенного зерна / Н.И. Шабанов, Т.В. Суббота // Труды ВНИИПТИМЭСХ. – 1992. – С. 84 – 86.
175. Шарафутдинов, М.Х. Приемы профилактики травмированности семян яровой пшеницы / М.Х. Шарафутдинов, Л.С. Нижегородцева, Р.И. Сафин // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 2 (50). – С. 69-72.
176. Шатохин, И.В. Снижение травмирования / И.В. Шатохин // Тракторы и сельхозмашины. – 2004. – №2. – С 22–24.
177. Шелепов, В.В. Сила начального роста и полевая всхожесть семян озимой пшеницы и разработка некоторых приемов их повышения в условиях степи: автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук / В.В. Шелепов. – Харьков. – 1966. – 26 с.

178. Шелепова, В.И. Проблема травмирования семян при селекции озимой пшеницы / В.И. Шелепова, В.В. Шелепов и др. // Селекция и семеноводство. – 1990. – №5. – С.54–55.
179. Шибаев, П.Н. Механические повреждения зерна и меры их устранения / П.Н. Шибаев // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1957. – №9. – С.70–79.
180. Шпаар, Д. Зерновые культуры /Д. Шпаар, Элмер Ф., А. Постников и др. // Под общей ред. Д. Шпаара. – Минск: ФУАинформ. – 2000. – 422 с.
181. Шпаар, Д. Посевной и посадочный материал сельскохозяйственных культур / Д. Шпаар, С. Бандысев, С. Гриб.–Берлин.– 2001.– Книга 1.– 312 с.
182. Шпскас, Л. Снижение повреждения зерна при уборке хлебов на холмистых полях / Л. Шпскас // Труды института ЧИМЭСХ.–1980.–№164.–С. 92 – 97.
183. Arnold, P.C. Stress distributions in Loadet Wheat strains / P.C. Arnold, A.W Roberts // S. agr. engg. Res. Vol. – 1966. - v.11. - P. 38 - 43.
184. Atkin, J.D. Bean seed injury and germination. / J.D. Atkin. // Fin.Research– 1957. – v.23. – № 2. – P. 10-11.
185. Bilanski, W. K. Damage Resistance of Seed Grains / W. K. Bilanski // ASAE. – 1966. –№19(2). –P. 360-363.
186. Bourgeois, L. Impact of threshing on hard springwheat seed vigor / L. Bourgeois, J. Moes, E.H. Stobbe // Canadian Journal of Plant Science. . – 1995. – P. 215-221.
187. Bunch, H.D. Relationship between moisture content seed and mechanical damage in seed conveying / H.D. Bunch // Seed Wld. – 1960. –v.86. – P. 14 – 16.
188. Chawla, K.K. Impact damage to peas and dry beans / K.K. Chawla, L.G. Tabil, S. Likhyani // In Proc. ASAE/SCGR Annual Meeting , Vancouver, BC. Agric.Inst. of Canada – 1998.
189. Christensen, C.M Pathology of stored seeds / C.M. Christensen, F.L. Lopez // Proc.Int.Seed Test.Ass. – 1963. – P.701-711.
190. Christensen, C.M. Fungi on the wheat seed / C.M Christensen // Cereal Chem. – 1951. - №28. – P.408-415.
191. Evans, M. D. Impact damage to soybeanseed as affected by surface hardness and seed orientation / M. D. Evans, R. G. Homes, M. B. McDonald. // Trans. ASAE. – 1990. – №33(1). – P. 234-240.

192. Fiscus, D. E. Physical Damage of Grain Gaused by Various Handling Techniques / D. E. Fiscus, G. H. Foster, H. H. Kaufmann // Trans. ASAE. – 1971. – №14(3). – P. 480-485.
193. Fraczek, J. Influence of moisture content and number of loading of mechanical impacts, upon the energy and sprouting capacity of wheat grains / J. Fraczek, Z. Slipek // Int. Agrophysics. – 1998. – №12. – P. 97-101.
194. Grass L. Mechanical damage assessment in rejected durum wheat seed lots in Morocco / L. Grass, M.Tourkmani // Seed Sci. Tech. – 1999. – № 27(3). – P. 991-997.
195. Grundas S. Some aspect of wheat grain susceptibility to mechanical damage (in Polish) / S. Grundas // Problemy Agrofizyki. – 1987. – 54 pp.
196. Grundas, S. Aporosimetrik method for the study of mechanical damage of wheat grain endosperm / S. Grundas, P. Hnilica // Mechanical properties of agricultural materials. – 1985. – P. 113-121.
197. Grundas, S. Importance of wheat grain orientation for the detection of internal mechanical damage by the X-ray method / S. Grundas, L. Velikanov, M. Archipov // International Agrophysics. – 1999. –Vol. 13. – №. 3. –P. 355-361.
198. Gu Riliang Effect of mechanical threshing on damage and vigor of maize seed threshed at different moisture contents / Riliang Gu, Ran Huang, Guang-Yao Jia, Zhi-Peng Yuan, Li Li-Sha, Li Wang // Journal of Integrative Agriculture. – 2019. – № 18(7). – P. 1571–1578. DOI:10.1016/S2095-3119(18)62026-X.
199. Heydecker W. Vigour, viability of seeds / W Heydecker // London. – 1972. – P. 209 –252.
200. Kamra, S.K. Detection of mechanical damage and internal insects in seeds by X-ray radiography / S.K Kamra // SVENSK bot. Tidskr.-1967. - P.43-48.
201. Kaur S. J. Ascertaining diverse physical and chemical characteristics quality making traits of Indian wheat: A review / S. J. Kaur, N. Talekar // The Pharma Innovation Journal. – 2021 – № 10(5). – P. 1226-1229.
202. Khazaei, J. Influence of impact velocity and moisture content on mechanical damages of white kidney beans under loadings / J. Khazaei // Cercetari agronomice in Moldova (Romania). –2009. – №1(137). –P. 5-18.

203. Khazaei, J., Evaluation and modeling of physical and physiological damage to wheat seeds under successive impact loadings: mathematical and neural networks modeling / J. Khazaei, F. Shahbazi, J. Massah, M. Nikraves, M. H. Kianmehr // *Journal of Crop Science*. –2008. –№48. – P.1532-1544.
204. King, D. L. Damage to wheat and pea seed in threshing at varying moisture content / D. L. King, A. W. Riddolls // *J. Agric. Eng. Res.* –1962. –№7(2). –P.90-98.
205. Kolowca J., The influence of mechanical load upon the damage and biological properties of wheat grain (in Polish) /J. Kolowca // *Zesz. Nauk. University of Agriculture, Cracow*. –1979.
206. Kolowca, I. The influence of moisture content on mechanical damage of wheat grain / I. Kolowca, Z. Slipek // *Sb.Mechan. Fak. Vysoly Skoly Zemed. V Praze*. – 1985. –V. 1.–P. 469 -473.
207. Mitchell, F. S. Resistance of Two Varieties of Wheat to Mechanical Damage by Impact / F. S.Mitchell, T. E. Roundthwaite // *J. Agric. Eng. Res.* – 1964 – № 9. – P. 303-306.
208. Ng, H.F. Mechanical damage and corn storability / H.F. Ng, W.F. Wilcke; R.V. Morey; R.A. Meronuck; J.P. Lang // *Transactions of ASAE*. – 1998. – №41 (4) . – P. 1095–1100. doi:10.13031/2013.17239. Retrieved April 1, 2013.
209. Niewczas J. The method of determination of the index of mechanical damage of a single kernel by means of X-ray detection / J. Niewczas // *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. – 1991. – Tom 38. – P.89-95.
210. Orobinsky, V. I. Seed Refinement in the Harvesting and Post-Harvesting Process / V. I. Orobinsky, A. M. Gievsky, I. V. Baskhakov // *International Scientific and Practical Conference “AgroSMART – Smart Solutions for Agriculture” (AgroSMART 2018)*. – 2018. – DOI 10.2991/agrosmart-18.2018.163
211. Parde, S. R. Mechanical Damage to Soybean Seed during Processing / S.R. Parde, R. T. Kausalb, D. S. Jayasa, N. D. G. White // *J. Stored. Prod. Res.* – 2002. – № 38. – P. 385-394.
212. Paulsen, M.R. Corn damage from conventional and rotary combines / M.R. Paulsen, W.R Nawe // *Trans. ASAE*. - 1980. - P. 110-116.
213. Paulsen, M.R. Soybean seed quality as affected by impact damage / M.R. Paulsen, W.R. Nave, L.E. Gray // *Transactions of the ASABE*. –1981. –№6. –P. 1577–1582. Retrieved April 1, 2013.

214. Satumbaga, R. Relationship of physical and milling properties of hard red winter wheat using the single kernel characterization system / R.Satumbaga, C.Martin, D.Eustace, C.W. Deyoe // Association Operators of Millers Bulletin. – 1995. – P. 6487- 6496.
215. Shahbazi F. Mechanical Damage to Corn Seeds / F. Shahbazi., R Shahbazi // Cercetari agronomice in moldova (Agronomic research in Moldavia). – №51(3). – 2018. – P. 1-12. DOI:10.2478/cerce-2018-0021.
216. Shahbazi, F. Impact Damage to Chickpea Seeds as Affected by Moisture Content and Impact Velocity / F. Shahbazi // Applied Engineering in Agriculture.– 2011.– №25(7). – P.771-775.
217. Shahbazi, F. Mechanical damage to navy beans as affected by moisture content, impact velocity and seed orientation / F. Shahbazi, A. Saffar, M. Analloei // Quality Assurance and Safety of Crops & Foods.–2011b.–№3.–P.205-211.
218. Shahbazi, F. Mechanical Damage to Pinto Bean Seeds as Affected by Moisture Content, Impact Velocity and Seed Orientation / F. Shahbazi, M. Analooei, A. Saffar // International Journal of Food Engineering.– 2011.– Vol. 7.– Iss. 6.– Article 8.
219. Shahbazi, F. A Study on the Seed Susceptibility of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars to Impact Damage / F. Shahbazi // J. Agr. Sci. Tech. – 2012. – Vol. 14. – P. 505-512.
220. Sosnowski, S. Reasons of mechanical damage of bean seeds under dynamic loads / S.Sosnowski // Act Agrophysica. –2006. –№130. –P. 1-65.
221. Szwed G., Tyse J. Estimation of physical results of percussive loads in wheat and tritical seed / G., Szwed // Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences. –2002.–P.20-29.
222. Tatum, L.A. Germination of maize under averse conditions / L.A. Tatum, M.S. Zuber // J. Am. Soc. Agron. - 1943. - v.35. - P. 48 - 53.
223. Ting, K.S. Seed Coat damage in deep-bed drying of soybeans / K.S. Ting, G.M. White, I.J. Ross, O.J. Loewer // Trans. ASAE. –1980. – v.23 - 15. - P. 1293 - 1296.
224. Tys J. Use of the dynamic method for estimation of susceptibility of rape and cereal seeds to damages (in Polish) / J. Tys, G.Szwed, A. J. Falêcki // Zesz. Probl. Post. NaukRoln. – 1996. – 425. – P.265-268.

225. Wall G.H. A technical note on the use of a colorimetric technique for evaluation mechanical corn kernel damage / G.H. Wall, E.R.. Norris, J. Canadian // Agric. Engineering. – 1981. – №23. – P.67-68.
226. Whytock, Gillian P. Assessments of visible mechanical damage to barley grain and its effect on seed germination and Seedling Vigour / Gillian P. Whytock, Alison A. Powell // J. Agr. Sci. 1986. – v.107, P 2, 257 - 262.
227. Zhengpu Chen Measured damage resistance of corn and wheat kernels to compression, friction, and repeated impacts / Chen Zhengpu, Wassgren aCarl, Ambrose bR.P. Kingsly // Powder Technology. – V. 380. – 2021. – P. 638-64. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.11.012>.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Количество осадков по данным метеостанции «Зерноград», мм

Месяц	Годы				Среднего летнего за 45 лет 1958- 2002
	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	
Сентябрь	81,2	132,9	39,7	39,7	42,3
Октябрь	55,5	11,4	30,9	95,1	38,7
Ноябрь	37,2	53,8	46,2	36,8	50,5
Осень	173,9	198,1	116,8	171,6	131,5
Декабрь	14,0	70,1	64,3	28,7	63,3
Январь	48,3	88,0	45,6	49,7	45,1
Февраль	33,6	29,3	35,3	41,5	37,3
Зима	95,9	187,4	145,2	119,9	145,7
Март	115,0	58,0	31,1	50,3	37,0
Апрель	23,7	46,4	17,5	43,7	42,7
Май	51,6	105,4	28,8	96,2	51,3
Весна	190,3	209,8	77,4	190,2	131,0
Июнь	31,1	6,5	90,5	18,4	71,3
Июль	57,3	45,1	21,0	29,2	57,7
Август	34,3	32,1	35,2	47,3	45,2
Лето	122,7	83,7	146,7	94,9	174,2
За с.-х. год	582,8	679,0	486,1	576,6	582,4

Приложение 2

Среднесуточная температура воздуха по данным метеостанции «Зерноград», °С

Месяц	Годы				Среднего летнее за 45 лет 1958-2002
	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	
Сентябрь	16,7	17,7	19,6	17,3	16,3
Октябрь	11,5	13,1	8,5	9,6	9,4
Ноябрь	5,6	5,6	9,5	-0,8	3,3
Осень	11,3	12,1	12,5	8,7	9,7
Декабрь	-1,9	0,2	3,5	2,5	-1,2
Январь	-3,8	-4,9	-4,4	-4,2	-3,8
Февраль	1,2	-1,4	-6,5	-9,5	-3,0
Зима	-1,5	-2,0	-2,5	-3,7	-2,7
Март	3,8	2,9	1,0	0,4	2,0
Апрель	8,7	10,8	9,0	15,2	10,7
Май	15,3	18,0	17,0	20,0	16,5
Весна	9,3	10,6	9,0	11,9	9,7
Июнь	24,1	24,3	21,8	23,7	20,5
Июль	25,7	26,9	26,5	25,0	23,1
Август	20,7	27,3	22,9	24,4	21,9
Лето	23,5	26,2	23,7	24,4	21,8
За с.-х. год	10,6	11,7	10,7	10,3	9,6

Приложение 3

Относительная влажность воздуха среднесуточная по данным метеостанции «Зерноград», %

Месяц	Годы				Средне- многолетнее за 45 лет 1958- 2002
	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	
Сентябрь	65	69	59	65	64
Октябрь	81	76	77	81	75
Ноябрь	84	78	79	83	85
Осень	77	74	72	76	75
Декабрь	86	84	90	88	87
Январь	88	87	87	89	84
Февраль	89	85	78	83	83
Зима	88	85	85	87	85
Март	85	78	76	80	78
Апрель	60	65	63	62	65
Май	72	72	70	58	64
Весна	72	72	70	66	69
Июнь	53	58	66	59	65
Июль	53	54	55	54	61
Август	73	42	58	57	60
Лето	60	51	60	58	62
За с.-х. год	74	71	72	72	73

Характеристика сортов озимой мягкой пшеницы

Показатели		Сорта			
		Донской маяк	Ермак	Станичная	Ростовчанка 3
Общая характеристика	Разновидность	Лютесценс	Эритроспермум	Эритроспермум	Эритроспермум
	Цвет зерна	Красное	Красное	Красное	Красное
	Крупность зерна	Средней крупности	Средней крупности	Средней крупности	Средней крупности
	Масса 1000 зерен, г	39,5 – 45,6	38 – 46	42 – 48	41 – 46
	Группа спелости	Среднеранний	Среднеранний	Раннеспелый	Среднеранний
Урожайность за годы конкурсных сортоиспытаний (2005 – 2011), т/га	Средняя	5,38	5,9	5,7	6,32
	Потенциальная	9,6	11,0	9,3	9,5
Мукомольно-хлебопекарные качества	Содержание белка	14,4	13,78	13,8	15,5
	Стекловидность	-	-	-	73
	Хлебопекарная группа	Ценная	Ценная	Ценная	Сильная
Устойчивость к климатическим условиям	Засухоустойчивость	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
	Морозостойкость	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
	Устойчивость к полеганию	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
Зона возделывания и предшественники	Тип интенсивности возделывания	Полуинтенсивного типа	универсального	универсального	универсального
	Предшественники	Лучшие удобренные непаровые	Лучшие удобренные непаровые	Лучшие удобренные непаровые	Слабоинтенсивные пары и лучшие удобренные непаровые
	Регион возделывания	Северо-Кавказский Нижеволжский	Северо-Кавказский Нижеволжский Украина, Молдова	Северо-Кавказский Нижеволжский	Северо-Кавказский

Продолжение приложения 4

Показатели		Сорта		
		Лидия	Краса Дона	Аксинья
Общая характеристика	Разновидность	Эритроспермум	лютесценс	Эритроспермум
	Цвет зерна	Красное	Красное	Красное
	Масса 1000 зерен, г	43-50	42-49	40-49
	Группа спелости	Среднеранний	Среднеранний	Ранний
Урожайность за годы конкурсных сортоиспытаний (2005 – 2011), т/га	Средняя	7,99	8,12	9,09
	Потенциальная	10,84	11,5	10,74
	Хлебопекарная группа	Ценная	Сильная пшеница	Сильная пшеница
Устойчивость к климатическим условиям	Засухоустойчивость	Высокая	Высокая	Высокая
	Морозостойкость	Высокая	Высокая	Высокая
	Устойчивость к полеганию	Высокая	Высокая	Высокая
Зона возделывания и предшественники	Регион возделывания	Северо-Кавказский, Нижневолжский	Северо-Кавказский, Нижневолжский	Северо-Кавказский
	Тип интенсивности возделывания	На высоком и среднем агрофоне	На высоком и среднем агрофоне	На высоком агрофоне

Характеристика сортов озимой твердой пшеницы

Показатели		Сорта				
		Жемчужина Дона	Донской янтарь	Аксинит	Гелиос	Дончанка
Общая характеристика	Разновидность	Леукурум	Мегаполитанум	Валенсия	Леукурум	Леукурум
	Опушенность колоса	Неопушенный	Неопушенный	Опушенный	Неопушенный	Неопушенный
	Цвет зерна	Янтарно-белый	Янтарное	Белое	Янтарно-белое	Янтарно-белое
	Крупность зерна	От среднекрупного до крупного	От среднекрупного до крупного	Крупное	От среднекрупного до крупного	От среднекрупного до крупного
	Масса 1000 зерен, г	36 – 39	34 – 40,8	36 – 44,3	36 – 40	36,4 – 42
	Группа спелости	Среднеспелый	Среднеспелый	Среднеспелый	Среднеспелый	Среднеспелый
Урожайность за годы конкурсных сортоиспытаний (2005 – 2011), т/га	Средняя	5,33	6,14	6,5	6,6	5,97
	Потенциальная	10,5	10,6	8,9	8,9	8,83
Макаронно-крупяные свойства	Содержание белка, %	-	15,76	15,32	16,49	16,49
	Стекловидность, %	87 и выше	87 и выше	87 и выше	87 и выше	87 и выше
Устойчивость к климатическим условиям	Засухоустойчивость	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
	Морозостойкость	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
	Устойчивость к полеганию	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
Зона возделывания и предшественники	Тип интенсивности возделывания	интенсивного типа	интенсивного типа	интенсивного типа	интенсивного	интенсивного
	Предшественники	Черный пар, многолетние травы	Черный пар	Черный пар	Черный пар, многолетние травы	Черный пар, многолетние травы
	Регион возделывания	Северо-Кавказский	Северо-Кавказский	Северо-Кавказский	Северо-Кавказский	Северо-Кавказский

Приложение 6

Урожайность семян озимой мягкой пшеницы за 2009–2011гг, т/га

Сорт	Годы			
	2009	2010	2011	Среднее за 3 года
Донской маяк	5,1	5,2	5,8	5,4
Ермак	5,9	4,8	5,6	5,4
Станичная	4,7	5,6	6,4	5,6
Ростовчанка 3	5,1	5,4	6,1	5,5
НСР ₀₅	0,075	0,051	0,053	0,06
V, %	10	6	6	7

Приложение 7

Урожайность семян озимой твердой пшеницы за 2009–2011гг, т/га

Сорт	Годы			
	2009	2010	2011	Среднее за 3 года
Жемчужина Дона	5,5	5,3	3,3	4,73
Донской янтарь	5,22	5,6	3,7	4,84
Аксинит	5,0	5,7	3,9	4,87
Гелиос	4,75	5,2	4,5	4,82
Дончанка	5,13	5,5	3,8	4,84
НСР ₀₅	0,097	0,08	0,095	0,099
V, %	5	4	7	5

Приложение 8

Макроповреждения семян озимой мягкой пшеницы за 2009–2011 гг, %

Сорт	Годы			
	2009	2010	2011	Среднее за 3 года
Донской маяк	3,98	5,06	4,35	4,45
Ермак	7,75	8,94	8,2	8,3
Станичная	1,78	1,87	1,6	1,75
Ростовчанка 3	4,86	5,04	4,89	4,93
НСР ₀₅	3,71	4,34	4,05	4,04
V, %	54	55	57	55

Приложение 9

Общее количество микроповреждений семян озимой мягкой пшеницы

за 2009–2011 гг., %

Сорт	Годы			
	2009	2010	2011	Среднее за 3 года
Донской маяк	48	84	75	69
Ермак	54	87	86	76
Станичная	41	61	57	53
Ростовчанка 3	47	73	68	63
НСР ₀₅	4,98	6,9	7,9	4,23
V, %	11	18	17	13

Приложение 10

Количество микроповреждений зародыша семян озимой мягкой пшеницы за 2009–2011 гг, %

Сорт	Годы			
	2009	2010	2011	Среднее за 3 года
Донской маяк	29	50	43	41
Ермак	32	63	46	47
Станичная	16	38	28	27
Ростовчанка 3	22	50	38	37
НСР ₀₅	6,8	7,3	4,8	4,3
V, %	29	20	20	22

Приложение 11

Макроповреждения семян озимой твердой пшеницы за 2009–2011 гг, %

Сорт	Годы			
	2009	2010	2011	Среднее за 3 года
Жемчужина Дона	8,62	9,46	8,89	8,99
Донской янтарь	4,4	5,75	5,21	5,12
Аксинит	4,02	4,23	4,2	4,15
Гелиос	5,63	5,98	5,7	5,77
Дончанка	5,54	6,31	5,88	5,91
НСР ₀₅	2,42	2,57	2,35	2,45
V, %	32	30	29	30

Приложение 12

Общее количество микроповреждений семян озимой твердой пшеницы
за 2009–2011 гг., %

Сорт	Годы			
	2009	2010	2011	Среднее за 3 года
Жемчужина Дона	82	94	90	89
Донской янтарь	64	87	77	76
Аксинит	57	73	72	67
Гелиос	71	89	79	80
Дончанка	83	91	91	88
НСР ₀₅	5,1	3,3	4,2	4,2
V, %	16	9	10	11

Приложение 13

Количество микроповреждений зародыша семян озимой твердой пшеницы за 2009–2011 гг., %

Сорт	Годы			
	2009	2010	2011	Среднее за 3 года
Жемчужина Дона	58	74	61	64
Донской янтарь	25	61	48	45
Аксинит	22	55	26	34
Гелиос	45	64	51	53
Дончанка	70	69	70	70
НСР ₀₅ , %	7,8	4,8	3,2	3,39
V, %	47	11	32	27

Приложение 14

Количество поглощенной воды семенами с разной степенью механических повреждений, %
(2011 г)

Сорт	Общее количество микроповреждений, %	Время набухания, час				
		2	4	6	8	24
Жемчужина Дона	89	24,9	29,0	35,3	39,7	42,8
Донской янтарь	76	21,9	27,1	32,6	37,2	40,5
Аксинит	67	20,7	25,7	30,8	36,1	39,1
Гелиос	80	22,3	26,1	33,7	40,2	42,6
Дончанка	88	24,4	31,8	37,3	45,1	47,9

Приложение 15

Полевая всхожесть семян озимой мягкой пшеницы за 2009–2011 гг, %

Сорт	Год			Среднее	Отклонение от лабораторной всхожести
	2009	2010	2011		
Донской маяк	90	73	87	83	-12
Ермак	84	66	85	78	-16
Станичная	91	70	91	84	-13
Ростовчанка 3	90	71	90	84	-11
НСР ₀₅	4,80	4,42	4,13	6,36	-
V, %	3,00	4,00	3,00	8,00	-

Приложение 16

Полевая всхожесть семян озимой твердой пшеницы за 2009–2011 гг, %

Сорт	Год			Среднее	Отклонение от лабораторной всхожести
	2009	2010	2011		
Жемчужина Дона	84	64	83	77	-19
Донской янтарь	87	65	84	79	-18
Аксинит	88	68	85	80	-19
Гелиос	85	69	82	79	-19
Дончанка	81	61	76	73	-20
НСР ₀₅	3,67	4,31	4,74	6,20	-
V, %	3,00	5,00	4,00	8,00	-

Приложение 17

Матрица коэффициентов прямолинейной корреляции озимой мягкой пшеницы, 2009 г

Коррелируемые признаки	Макроповреждения.	Общее число микроповреждений.	Микроповреждения зародыша	Энергия прорастания.	Лабораторная всхожесть	Полевая всхожесть	Сила роста
Общее число микроповреждений	0,97	-	-	-	-	-	-
Микроповреждения зародыша	0,94	0,83	-	-	-	-	-
Энергия прорастания.	0,69	0,83	0,95	-	-	-	-
Лабораторная всхожесть	-0,26	-0,38	-0,52	0,74	-	-	-
Полевая всхожесть	-0,92	-0,89	-0,76	0,53	-0,08	-	-
Сила роста	-0,99	-0,96	-0,81	0,69	0,32	0,98	-
Масса зеленых ростков	-0,76	-0,88	-0,98	0,96	0,38	0,77	0,72

Приложение 18

Матрица коэффициентов прямолинейной корреляции озимой мягкой пшеницы, 2010 г

Коррелируемые признаки	Макроповреждения.	Общее число микроповреждений.	Микроповреждения зародыша	Энергия прорастания.	Лабораторная всхожесть	Полевая всхожесть	Сила роста
Общее число микроповреждений	0,88	-	-	-	-	-	-
Микроповреждения зародыша	0,99	0,89	-	-	-	-	-
Энергия прорастания.	0,89	0,98	0,90	-	-	-	-
Лабораторная всхожесть	-0,77	-0,86	-0,80	0,84	-	-	-
Полевая всхожесть	-0,61	-0,22	-0,58	0,26	0,00	-	-
Сила роста	-0,96	-0,77	-0,95	0,80	0,58	0,78	-
Масса зеленых ростков	-0,98	-0,92	-0,98	0,94	0,73	0,58	0,96

Приложение 19

Матрица коэффициентов прямолинейной корреляции озимой мягкой пшеницы в 2011 г

Коррелируемые признаки	Макроповреждения.	Общее число микроповреждений.	Микроповреждения зародыша	Энергия прорастания.	Лабораторная всхожесть	Полевая всхожесть	Сила роста
Общее число микроповреждений	0,95	-	-	-	-	-	-
Микроповреждения зародыша	0,97	0,89	-	-	-	-	-
Энергия прорастания.	0,84	0,92	0,99	-	-	-	-
Лабораторная всхожесть	-0,98	-0,87	-0,79	0,73	-	-	-
Полевая всхожесть	-0,86	-0,97	-0,92	0,86	0,76	-	-
Сила роста	-0,90	-0,92	-0,91	0,70	0,87	0,95	-
Масса зеленых ростков	-0,95	-0,98	-0,90	0,83	0,90	0,96	0,98

Приложение 20

Матрица коэффициентов прямолинейной корреляции озимой твердой пшеницы за 2009 г

Коррелируемые признаки	Макроповреждения.	Общее число микроповреждений.	Микроповреждения зародыша	Энергия прорастания.	Лабораторная всхожесть	Полевая всхожесть	Сила роста
Общее число микроповреждений	0,77	-	-	-	-	-	-
Микроповреждения зародыша	0,66	0,97	-	-	-	-	-
Энергия прорастания.	0,14	0,02	-0,01	-	-	-	-
Лабораторная всхожесть	-0,25	-0,7	-0,68	0,51	-	-	-
Полевая всхожесть	-0,50	-0,93	-0,98	0,06	0,76	-	-
Сила роста	-0,77	-0,98	-0,93	0,15	0,78	0,89	-
Масса зеленых ростков	-0,58	-0,92	-0,95	0,30	0,90	0,95	0,93

Приложение 21

Матрица коэффициентов прямолинейной корреляции озимой твердой пшеницы за 2010 гг

Коррелируемые признаки	Макроповреждения.	Общее число микроповреждений.	Микроповреждения зародыша	Энергия прорастания.	Лабораторная всхожесть	Полевая всхожесть	Сила роста
Общее число микроповреждений	0,93	-	-	-	-	-	-
Микроповреждения зародыша	0,91	0,81	-	-	-	-	-
Энергия прорастания.	0,60	0,91	0,84	-	-	-	-
Лабораторная всхожесть	-0,20	-0,48	-0,53	0,79	-	-	-
Полевая всхожесть	-0,44	-0,54	-0,62	0,72	0,84	-	-
Сила роста	-0,89	-0,94	-0,95	0,86	0,53	0,72	-
Масса зеленых ростков	-0,85	-0,87	-0,98	0,85	0,66	0,90	0,91

Приложение 22

Матрица коэффициентов прямолинейной корреляции озимой твердой пшеницы за 2011 гг

Коррелируемые признаки	Макроповреждения.	Общее число микроповреждений.	Микроповреждения зародыша	Энергия прорастания.	Лабораторная всхожесть	Полевая всхожесть	Сила роста
Общее число микроповреждений	0,87	-	-	-	-	-	-
Микроповреждения зародыша	0,93	0,64	-	-	-	-	-
Энергия прорастания.	0,37	0,87	0,79	-	-	-	-
Лабораторная всхожесть	-0,92	-0,71	-0,56	0,21	-	-	-
Полевая всхожесть	-0,14	-0,73	-0,88	0,85	0,06	-	-
Сила роста	-0,37	-0,88	-0,91	0,86	0,32	0,96	-
Масса зеленых ростков	-0,75	-0,99	-0,95	-0,86	0,88	0,91	0,89