

На правах рукописи



**ЛИХОВИДОВА ВАЛЕНТИНА АЛЕКСАНДРОВНА**

**АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ И ОТБОРА СОРТОВ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ  
ПШЕНИЦЫ НА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ  
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

06.01.05 – Селекция и семеноводство  
сельскохозяйственных растений

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Краснодар – 2020

Диссертационная работа выполнена в Азово-Черноморском инженерном институте – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной аграрный университет» в г. Зернограде (Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ) 2015-2018 гг.

Научный руководитель: **Казакова Алия Сабировна**  
доктор биол. наук, профессор кафедры агрономии и селекции с.-х. культур Азово-Черноморского института ФГБОУ ВО Донской ГАУ

Официальные оппоненты: **Мудрова Александра Алексеевна**  
доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко»  
**Зеленский Алексей Григорьевич**, кандидат биологических наук ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», старший научный сотрудник отдела селекции.

Ведущая организация: **ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК имени В.С. Пустовойта**

Защита состоится «26» мая 2020 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 006.026.01, созданного на базе ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», по адресу:

350921, Россия, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3.

Тел. (факс): 8(861) 205-15-55

E-mail: arrri\_kub@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», а также на сайте

– <http://vniirice.ru>, с авторефератом на сайтах ВАК РФ – <http://vak.ed.gov.ru> и ФГБНУ «Федеральный научный центр риса» – <http://vniirice.ru>.

Автореферат разослан «24 » апреля 2020 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета,

кандидат биологических наук



Л.В. Есаулова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Озимая твердая пшеница является незаменимым источником для получения макаронных изделий высокого качества. Одним из слабых мест получения высоких и гарантированных урожаев озимой твердой пшеницы в регионах рискованного земледелия является проблема получения равномерных всходов и запланированной густоты стояния растений в посевах. Это связано с тем, что высокостекловидные семена озимой твердой пшеницы для прорастания требуют влаги больше на 25 % больше по сравнению с озимой мягкой пшеницей. Следующей проблемой озимой твердой пшеницы является снижение урожайности в регионах с недостаточным увлажнением, что может быть связано с недостаточной изученностью отдельных элементов ее возделывания, в частности, предшественников озимой твердой пшеницы в севообороте. В связи с этим приобретает большее значение изучение особенностей водопоглощения и прорастания семян озимой твердой пшеницы, формирования мощных проростков в условиях дефицита влаги, а также изучение урожайности в зависимости от предшественника в севообороте и технологии возделывания.

**Степень разработанности темы.** Изучение засухоустойчивости сортов-разцов озимой твердой пшеницы проводили российские и иностранные исследователи как в лабораторных, так и в полевых условиях (Самофалова и др., 1998; Казакова и др., 2011; Щипак и др., 2012). Было показано, что для прорастания семян озимой твердой пшеницы требуется больше воды, чем для семян озимой мягкой. Были проведены исследования различных элементов технологии возделывания озимой твердой пшеницы (Самофалова и др., 2012).

**Цель и задачи исследований.** Обосновать агробиологические и физиологические основы комплексной оценки и отбора на засухоустойчивость сортов озимой твердой пшеницы в условиях лабораторного, вегетационного и полевого опытов в южной зоне Ростовской области.

### **Задачи:**

- Изучить устойчивость семян трех сортов озимой твердой пшеницы к недостатку влаги и перегреву в период прорастания в лабораторных условиях;
- Оценить засухоустойчивость и продуктивность сортов озимой твердой пшеницы в условиях вегетационного опыта (засушник);
- Установить величину остаточного водного дефицита растений озимой твердой пшеницы в условиях вегетационного опыта (засушник);
- Выявить влияние условий выращивания озимой твердой пшеницы на формирование морфологических признаков растений и содержание хлорофилла в листьях вегетационного опыта (засушник) и в полевых опытах в зависимости от предшественника и технологии возделывания;
- Определить реакцию генотипов озимой твердой пшеницы и условий выращивания на формирование физиологических признаков растений, выращен-

ных в различных севооборотах с применением современных технологий возделывания, на урожайность и ее структуру;

- С помощью статистических методов установить доли вкладов изучаемых факторов в формирование урожайности.

**Научная новизна работы.** Впервые для условий юга России проведено комплексное исследование засухоустойчивости сортов озимой твердой пшеницы в лабораторных, вегетационных и полевых опытах. Показано, что засухоустойчивость генотипов озимой твердой пшеницы может быть обеспечена различными физиологическими механизмами. Дано агробиологическое и физиологическое обоснование основ комплексной оценки и отбора на засухоустойчивость сортов озимой твердой пшеницы в условиях рискованного земледелия юга Ростовской области. Установлены наиболее перспективные элементы технологии возделывания озимой твердой пшеницы, которые обеспечивают сохранение и реализацию потенциальной засухоустойчивости сортов. Новизна исследований подтверждается созданием двух новых сортов озимой твердой пшеницы, которые проходят Государственное сортоиспытание.

**Теоретическая и практическая значимость исследования.** Теоретическое значение работы заключается в установлении реакции сортов озимой твердой пшеницы на различные механизмы засухоустойчивости на ранних этапах онтогенеза. Засухоустойчивость, выявленная в период прорастания семян и в фазы цветения-налива зерна, сохраняется и реализуется в полевых условиях.

Практическое значение работы состоит в том, что дано биологическое обоснование элементов технологий возделывания озимой твердой пшеницы, которые способствуют получению наиболее высоких урожаев в засушливых условиях.

**Методология и методы исследований.** Теоретическую и методологическую основу исследований составляют труды отечественных и зарубежных исследователей по проблемам селекции, оценке засухоустойчивости и технологий возделывания озимой твердой пшеницы. В процессе исследований были использованы научные труды, монографии и нормативные документы по тематике исследований. При проведении исследований были использованы современные экспериментальные методики физиологии растений, селекции и технологии возделывания озимой твердой. В исследованиях был применен системный подход. Результаты, представленные в диссертации, были получены в лабораторных, вегетационных и полевых опытах. Экспериментальные данные обрабатывали с помощью современных статистических методов и пакетов прикладных программ Microsoft Office и Statistica 8.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- Характеристика коммерческих сортов озимой твердой пшеницы Лазурит, Оникс и Дончанка по засухоустойчивости и ее механизму в период прорастания семян;

- Показать отрицательное воздействие засухи на растения изучаемых сортов в период формирования генеративных органов, цветения и оплодотворения растений и при формировании зерна;
- Использование механизма отзывчивости растений сортов озимой твердой пшеницы на благоприятные условия увлажнения при накоплении большего количества суммы хлорофиллов во флаговых листьях;
- Характеристика сортов озимой твердой пшеницы, выращенных в условиях засухи, ее влияние на формирование количественных признаков, детерминирующих структуру урожая;
- Результаты формирования урожайности сортов озимой твердой пшеницы, выращенных в условиях применения различных технологий и предшественников.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Работа выполнена на кафедре агрономии и селекции с.-х. культур АЧИИ – филиала ФГБОУ ВО Донской ГАУ в 2015-2018 годах в соответствии с программой аспирантской подготовки и тематическим планом НИР кафедры. Вегетационные опыты были проведены в лаборатории физиологии растений ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Результаты проведенных лабораторных, вегетационных и полевых исследований достоверны, что подтверждается многолетними данными, полученными автором. Сформулированные выводы в работе оригинальны, обоснованны и получены путем использования современных методик.

**Личный вклад автора** состоит в определении актуальности проблемы, изучении засухоустойчивости озимой твердой пшеницы. Диссертант самостоятельно планировала и проводила лабораторные, вегетационные и полевые исследования. Результаты систематизировала, проводила их апробацию, обработку различными методами биометрической статистики. Подготовка отчетов и публикаций результатов исследований. Написание диссертационной работы.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы доложены и одобрены на ежегодных научно-практических конференциях. Таких, как: Научно-практическая конференция с международным участием «Генетика – фундаментальная основа инноваций в медицине и селекции», г. Ростов-на-Дону, (2-4.11 2017 г.); I Международная конференция молодых ученых «Наука и молодежь: фундаментальные и прикладные проблемы в области селекции и генетики с.-х. культур», г. Зерноград (7-10.11. 2017 г.); Международная научно-практическая конференция «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания с.-х. культур и переработки продукции растениеводства» поселок Персиановский (7.02.2019); VIII Научно-практическая конференция с международным участием «Генетика – фундаментальная основа инноваций в медицине и селекции», г. Ростов-на-Дону (26-29.09.2019); II Международная конференция молодых ученых «Наука и молодежь: фундаментальные и прикладные проблемы в области селекции и генетики сельскохозяйственных культур», г. Зерноград (24-25.11.2019 г.); VII Международная конференция «Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса», г. Ставрополь (3-4.11.2019 г.); Международная научно-практическая интернет-конференция «Ак-

туальные проблемы биотехнологии, физиологии и биохимии растений», г. Сочи (27.02.- 1.03.2019 г.); Международная научно-практическая конференция «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания с.-х. культур и переработки продукции растениеводства», пос. Персиановский (6.02.2020 г.)

**Публикации результатов.** Автор опубликовал 10 научных работ по результатам исследований по засухоустойчивости озимой мягкой и твердой пшеницы. Все статьи опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа изложена на 143 страницах компьютерного текста и состоит из введения, четырех глав, выводов и предложений селекционной практике и производству, содержит 24 таблиц, 18 рисунков и 7 приложений. Список литературы включает 249 наименований, в том числе 48 работ зарубежных авторов.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Глава 1. Агробиологическое и физиологическое изучение сортов озимых зерновых культур в условиях засухи**

#### **(Обзор литературы)**

В данной главе изложены морфо-биологические особенности озимой твердой пшеницы, описана засуха и ее влияние на рост и развитие растений, особое внимание уделено стрессоустойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. Описана роль технологии и предшественников при возделывании озимой твердой пшеницы.

### **Глава 2. Условия, материал и методика проведения исследований**

Исследования проводили в 2015-2018 гг. В качестве объекта исследований использовали три районированных сорта озимой твердой пшеницы Дончанка (стандарт), Лазурит и Оникс. Лабораторные исследования проводили на кафедре агрономии и селекции с.-х. культур АЧИИ по данным методикам: Оценка засухоустойчивости (на растворах осмотиков) в изложении Ю.Ф. Осипова, 1970, Н.Н. Кожушко (1982); Оценка жаростойкости, методика ВИР в изложении Г.В. Удовенко (1988); Определение индекса комплексной устойчивости в изложении Ю.Ф. Осипова (1980).

Вегетационные опыты по определению степени засухоустойчивости проводили в искусственно созданных условиях (модельная засуха) на базе лаборатории физиологии растений ФГБНУ «АНЦ «Донской». Применяемые методики были следующими: Испытание сортов на засухоустойчивость в условиях модельной засухи («засушник»), метод В. В. Маймистова (1988); Определение содержания хлорофилла в листьях озимой пшеницы, метод Шматько И.Г. (1976); Определение остаточного водного дефицита метод Л.С. Литвинова, (1988). Полевые опыты проводились в Научно-образовательном кластере

АЧИИ ДГАУ, расположенного в южной зоне Ростовской области.

Почвы представлены чернозёмом обыкновенным тяжелосуглинистым малогумусным карбонатным. Изучали влияние различных технологий возделывания на степень засухоустойчивости озимой твердой пшеницы по двум предшественникам (черный пар (ЧП), зернобобовая смесь(ЗБС)). В опыте изучали 4 уровня технологий возделывания (Кирюшин В.И., Иванов Л.А., 2005) по схеме: экстенсивная-контроль (применяли агроприемы: дискование в 2 следа, вспашка, обработка почвы АКМ-6 (16-18 см), культивация, посев рядовой, обработка гербицидами); интенсивная (внесение аммофоса – 300 кг под дискование, дискование в 2 следа, обработка почвы АКМ-6 (16-18 см), культивация, протравливание и обработка семян стимулятором роста Агровит-Кор, посев рядовой, подкормка весной N30, обработка гербицидами, обработка от вредителей, обработка от болезней, обработка стимулятором роста Агровит-Кор, подкормка в колошение N30); нормальная (внесение аммофоса –150 кг под дискование, дискование в 2 следа, обработка почвы АКМ-6 (16-18 см), культивация, протравливание семян, посев рядовой, подкормка весной N30, обработка гербицидами, обработка от вредителей); биологизированная (внесение Агровит-Кор – 200 кг/га под дискование, дискование в 2 следа, обработка почвы АКМ-6 (16-18 см), культивация, протравливание и обработка семян Агровит-Кор, посев рядовой, обработка гербицидами, обработка от вредителей).

Погодные условия в годы исследований сложились разнообразно, что позволило оценить влияние внешней среды на степень устойчивости к засухе семян, полученных в разные годы по погодным условиям. В 2015-2016 с.-х. год в период весенне-летней вегетации наблюдалась теплая, влажная погода за исключением недобора осадков в апреле и июне, следовательно, данный год можно считать умеренно засушливым. В 2016-2017 с.-х. год весна обладала повышенным температурным режимом в марте и обильными осадками в апреле и мае, что способствовало интенсивному наливу зерна и получение высокого урожая озимой твердой пшеницы. Данный год следует считать оптимальным. 2017-2018 с.-х. год обладал повышенным температурным режимом в весенне-летний период и неравномерным распределением осадков в течение года, что характеризует его, как острозасушливый. Статистическую обработку данных проводили с помощью программ Microsoft Office и Statistica 8.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **Глава 3. Изучение засухоустойчивости сортов озимой твердой пшеницы**

#### **3.1 Засухоустойчивость сортов озимой твердой пшеницы в начальные фазы развития**

Потенциальную устойчивость сортов к различного вида абиотическим стрессам принято изучать на семенах, подвергая их различным воздействиям в период прорастания. Потенциальную засухоустойчивость семян озимой твердой пшеницы, которые будут использованы в дальнейшем в вегетационных и

полевых исследованиях, определяли традиционными методами, проращивая семена на растворах осмотиков и после теплового шока (жаростойкость). В среднем за три года всхожесть семян изучаемых сортов понижалась с увеличением осмотического давления раствора (рисунок 1).

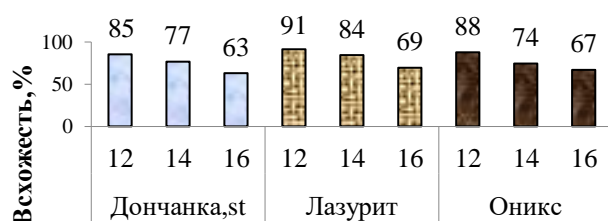


Рисунок 1– Всхожесть семян озимой твердой пшеницы изучаемых сортов на растворах сахарозы с разным осмотическим давлением (среднее за 2016-2018 гг.).

Изучаемые сорта озимой твердой пшеницы Лазурит и Оникс имели всхожесть выше стандарта Дончанка по всем применяемым концентрациям раствора. При применении осмотического раствора концентрацией 12 и 14 атм. все сорта имеют высокую всхожесть (I группа – высокоустойчивые). При критической концентрации осмотического давления (16 атм.) количество проросших семян варьировало от 63 % (Дончанка) до 69 % (Лазурит) (II группа – среднеустойчивые).

Для практического применения семян, выращенных в разные по погодным условиям годы, и для выявления механизмов влияния условий изучили устойчивость к модельной засухе за годы исследований (рисунок 2).

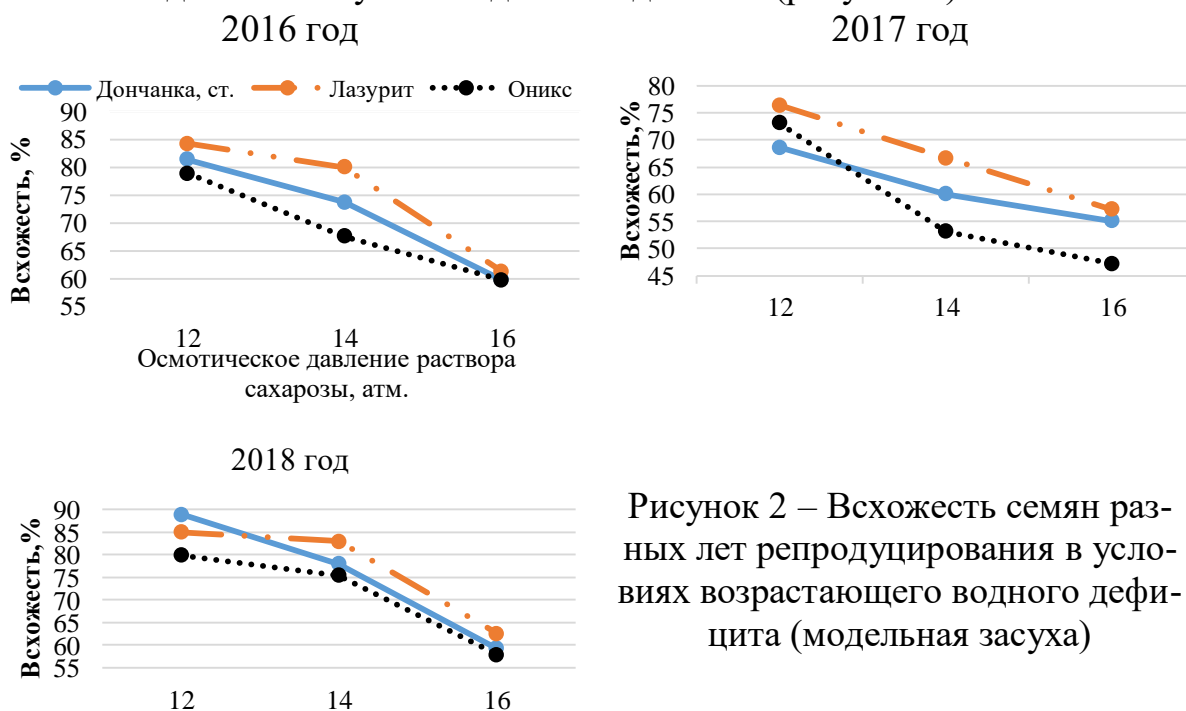


Рисунок 2 – Всхожесть семян разных лет репродукции в условиях возрастающего водного дефицита (модельная засуха)

Семена изучаемых сортов урожая 2016 года имели различную всхожесть как между собой, так и по сравнению с другими годами исследований. Всхожесть была в пределах от 60 до 84 % по трем различным концентрациям осмотического раствора. Всхожесть сорта Лазурит в среднем по трем концентрациям осмотического раствора выше стандарта Дончанка на 4,6 %. Показатели всхожести сорта Оникс ниже стандарта на 4,1, а сорта Лазурит – на 8,9 %.



Исследования семян, выращенных в 2017 году, показали, что наивысшая всхожесть по всем изучаемым концентрациям осмотического давления у сорта Лазурит. Всхожесть этого сорта превышает стандарт Дончанка на 10, 12 и 4 % соответственно. Сорт Оникс имеет близкие значения всхожести с Лазуритом при концентрации осмотического раствора 12 атм. и резко снижает свои значения при более высокой концентрации (14;16 атм.). Всхожесть семян урожая 2017 года в среднем по изучаемым сортам и трем концентрациям раствора по сравнению с 2016 годом ниже на 16,2 %. По степени засухоустойчивости на растворе сахарозы концентрацией 12 атм. наибольший процент всхожести имеет стандарт Дончанка, но при моделировании нарастающей засухи, повышая концентрацию раствора до 14 и 16 атм., сорта Дончанка и Оникс резко снижают свои значения. При этом сорт Лазурит в условиях острой модельной засухи (16 атм.) сохраняет высокие показатели всхожести.

Всхожесть семян урожая 2018 года в среднем по изучаемым сортам и трем концентрациям раствора в сравнении с 2016 годом выше на 3,5 %, а с 2017 годом – 20,1%.

Результаты определения жаростойкости сортов озимой твердой пшеницы представлены на рисунке 3.

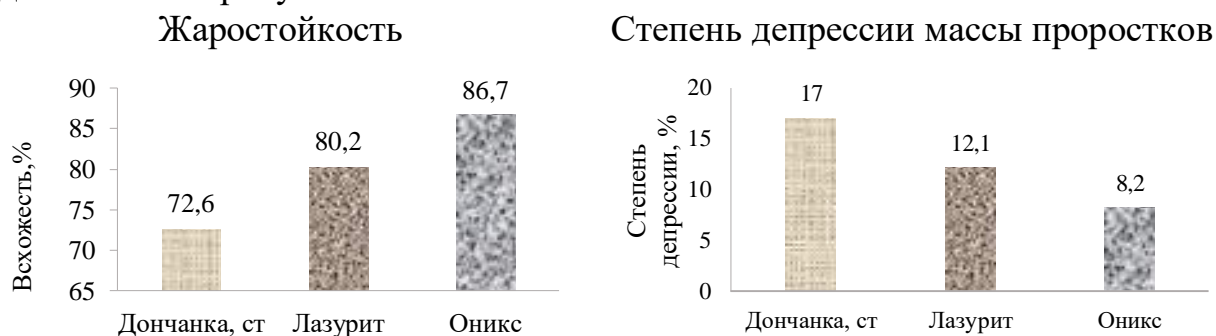


Рисунок 3 – Всхожесть семян после прогрева при 54 °С в течение 20 минут (жаростойкость) и степень депрессии массы полученных из этих семян проростков (% уменьшения массы) (среднее за 2016-2018гг.)

Установлено, что семена изучаемых сортов существенно различаются по всхожести после термотестирования. Наиболее устойчивым к температурному стрессу оказался сорт Оникс, который показал всхожесть 86,7 % (I группа устойчивости), что на 14 % выше стандарта Дончанка. Сорт Лазурит со всхожестью 80,2 % также относится к первой группе устойчивости, но выше контроля на 8 %.

Для получения полной и достоверной величины жаростойкости применяли оценку снижения массы проростков после прогревания (рисунок 3). По степени депрессии массы проростков под воздействием высоких температур выделился сорт Оникс, степень депрессии которого составила 8,2 %.

Жаростойкость семян и степень депрессии массы проростков изученных сортов за годы исследований представлены на рисунке 4.



Рисунок 4 – Всхожесть семян после прогрева (жаростойкость) и степень депрессии массы полученных из этих семян проростков (% уменьшения массы) за три года

По соотношению устойчивости к тепловому шоку сорта различались в зависимости от года возделывания семян: в 2016 году самым устойчивым был сорт Лазурит, а в 2017 и 2018 годах – сорт Оникс. Семена сорта-стандарта Дончанка оказались наименее устойчивыми к тепловому стрессу. Максимальный размах значений всхожести семян после термотестирования составил для сорта Лазурит 15,7 % в среднем, а для сорта Оникс – 18,3 %. Следует отметить, что наибольшей всхожестью после прогрева обладали семена, полученные в остро-засушливом 2018 году: всхожесть семян сорта Лазурит по сравнению со всхожестью семян при оптимальных условиях 2017 года стала выше на 15,7, а у сорта Оникс – на 16,2 %. Наименьшей степенью депрессии массы проростков обладает сорт Оникс, а наибольшей – стандарт Дончанка. Такая закономерность депрессии массы проростков наблюдается за все годы изучения.

Степень связи двух признаков жаростойкости семян и степени депрессии массы проростков – оценили по величине коэффициентов корреляции. Установлено, что эти показатели для изученных сортов очень тесно между собой связаны: корреляция значений жаростойкости и степени депрессии проростков составила для семян 2017, 2018 и среднего за три года  $r = -0,99$ . Несколько отличалась величина связи изученных признаков за 2016 год –  $r = -0,67$ .

Приведенные выше методы характеризуют разные типы адаптивности семян изучаемых сортов. Проращивание семян на растворах осмотиков дает возможность оценить способность поглощать воду и величину их сосущей силы, а также способность быстро трогаться в рост. Оценка жаростойкости сортов выявляет потенциальную устойчивость в период активной вегетации в условиях высоких температур. Полученные экспериментальные данные позволяют выявить степень связи этих двух признаков. Коэффициент корреляции между средними за три года значениями засухоустойчивости и жаростойкости был отрицательным и составил  $r = -0,16$ , а между засухоустойчивостью и степенью депрессии массы проростков –  $r = 0,14$ . Следовательно на величину прорастания семян в условиях дефицита влаги и их после прогрева влияют разные физиологические процессы. В то время как между засухоустойчивостью и степенью депрессии массы проростков зафиксирована хоть и слабая, но положительная связь ( $r = 0,08$ ).

Таким образом, было показано, что высокая устойчивость к водному дефициту и тепловому стрессу у изученных сортов проявляется по-разному. Сорт Оникс при дефиците влаги имел более низкие значения засухоустойчивости в сравнении с Лазуритом, но при этом обладал повышенными показателями жаростойкости. Следовательно, целесообразно проводить комплексную оценку семян сортов на устойчивость к недостатку влаги и высоким температурам.

Для надежной и объективной оценки устойчивости образцов использовали способ определения индекса комплексной устойчивости (ИКУ). Значения ИКУ изученных сортов озимой твердой пшеницы представлены на рисунке 5.

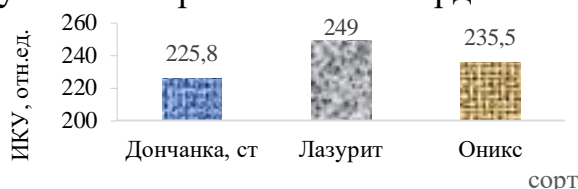


Рисунок 5 – Значения индекса комплексной устойчивости по результатам оценки засухоустойчивости и жаростойкости (среднее за 2016-2018 гг.)

Повышенную адаптивность к стрессовым факторам (засухоустойчивость и жаростойкость), а именно высокие значения индекса комплексной устойчивости, в среднем за три года показал сорт Лазурит. ИКУ сорта Лазурит превышает стандарт Дончанка на 23,2 отн.ед., Оникс также выше стандарта Дончанка на 9,7 отн.ед., но уступает сорту Лазурит на 13,5 отн.ед.

### 3.2 Засухоустойчивость сортов озимой твердой пшеницы в условиях модельной засухи – в засушнике

В условиях модельной засухи в засушнике определяли засухоустойчивости изучаемых сортов за период «рост стебля – молочная спелость».

*Урожайность и ее структура.* Основным значением устойчивости к засухе является величина урожайности. Поэтому в нашем исследовании мы провели оценку урожайности зерна и её структуры.

Нарастающая засуха в условиях засушника привела к снижению урожайности всех изученных сортов (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность сортов в условиях вегетационного опыта (засушник), г/м<sup>2</sup>

Сорт	Год	Опыт	Контроль	% к контролю
Дончанка, st	2017	160,8	308,8	52
	2018	80,5	172,2	47
Лазурит	2017	167,2	311,7	54
	2018	99,1	160,2	62
Оникс	2017	131,5	334,7	39
	2018	61,0	178,7	34
НСР <sub>0,05</sub>		39,89	89,68	

Урожайность зерна пшеницы в контроле в 2017 году составила 311,7 г/м<sup>2</sup> (Лазурит) и 334,7 г/м<sup>2</sup> (Оникс), это на 1 и 8 % больше стандарта Дончанка соответственно. Сорт Оникс является более продуктивным: он в контроле в оптимальных условиях 2017 года сформировал урожайность зерна на 30 % выше, чем Лазурит, а в засушливом 2018 году – на 28 %. Густота продуктивного стеблестоя имела близкие значения в контрольных и опытном вариантах, это показывает, что полученные экспериментальные данные по урожайности отражают различие сортов. В условиях жесткой засухи (опыт) урожайность существенно снизилась, и более продуктивным за годы исследований оказался сорт Лазурит. В оптимальном 2017 году урожайность сорта Лазурит была больше на 27,1 %, а в засушливом 2018 году – на 62,5 % по сравнению с сортом Оникс и на 4; 23,1 % выше Дончанки соответственно. Для наглядности изменения урожайности изученных сортов (контроль, опыт) по годам исследований оценили соотношение урожайности, выраженной в процентах от контроля.

Полученные данные по урожайности явились результатом изменения элементов ее структуры. Элементы структуры урожая изменялись в зависимости от года исследований и условий выращивания. В условиях оптимального увлажнения (контроль) наибольшее количество зерен с главного колоса было получено у сортов в 2017 году. Разница между сортами составила 1 зерно. В 2018 году данный признак был значительно ниже. По количеству зерен с главного колоса выделился сорт Оникс. У него количество зерен в колосе превысило сорт Лазурит на 3 зерна, а стандарт Дончанка – на 1 зерно. В условиях острой засухи (опыт) наибольшее количество зерен преобладало в 2017 году как у сорта Оникс, так и у Лазурита. Разница между ними составила 1 зерно в пользу сорта Лазурит. В 2018 году количество зерен с главного колоса было у сортов Лазурит и Оникс одинаковым и на 1 зерно выше стандарта Дончанка. В 2017 году по количеству зерен с главного колоса в опыте по сравнению с контролем наблюдалось снижение на 14 % (4 зерна) у сорта Лазурит, а у Оникса – на 21 % (6 зерен). В 2018 году отмечено снижение в опыте по сравнению с контролем у сорта Лазурит на 19 % (3 зерна), а у Оникса – на 32 % (6 зерен).

Максимальная масса зерна сортов с главного колоса сформировалась в условиях 2017 года. При определении массы зерна с главного колоса в условиях жесткой засухи по сравнению с оптимальными условиями у изучаемых сортов отмечено снижение данного показателя от 23 % (Лазурит, 2018 год) до 55% (Оникс, 2017 год). Наибольшая масса зерна с главного колоса в опыте отмечена у сорта Лазурит в 2017 году (0,60 г).

По величине массы 1000 семян как в 2017, так и в 2018 годах при острозасушливых условиях выращивания выделился сорт Лазурит, максимальные значения в оптимальных условиях увлажнения отмечены у стандарта Дончанка в 2017 году. Масса 1000 семян в опыте по отношению к контролю снижалось от 17% (Лазурит) до 49 % (Дончанка).

Чем меньше остаточный водный дефицит, тем растение более засухоустойчивое. Определение остаточного водного дефицита (ОВД) листьев озимой твердой пшеницы проводили за 30 минут до рассвета (4:30) Показатели остаточного водного дефицита растений представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения остаточного водного дефицита в условиях вегетационного опыта в фазы цветения и молочной спелости зерна

Сорт	Год	ОВД фаза цветения		ОВД молочная спелость зерна		Прирост ОВД от фазы цветения к молочной спелости зерна	
		опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
Дончанка, ст	2017	9,9	8,2	24,2	19,0	14,3	10,8
	2018	13,8	11,6	21,8	20,7	8	9,1
Лазурит	2017	10,7	10,5	18,8	17,8	8,1	7,3
	2018	7,5	7,3	15,5	13,4	8	6,1
Оникс	2017	13,1	12,5	23,1	21,0	10	8,5
	2018	13,8	11,6	21,8	18,7	8	7,1
НСР <sub>0,05</sub>		1,74	1,70	2,83	2,70		

В 2017 году остаточный водный дефицит в фазу цветения в условиях жесткой засухи (опыт) у изучаемых сортов составил 10,7 % (Лазурит) и 13,1 % (Оникс), что на 0,8 и 3,2 % больше стандарта, соответственно. Минимальный прирост ОВД 0,2 % в опыте по сравнению с контролем в эту фазу отмечен у сорта Лазурит. В фазу молочной спелости зерна при нарастающей засухе ОВД варьировал от 18,8 % (Лазурит) до 24,2 % (Дончанка), прирост ОВД от фазы цветения к молочной спелости зерна составил 8,1 и 10 % соответственно. Минимальный прирост ОВД в опыте по сравнению с контролем в эту фазу зафиксирован у сорта Лазурит (1 %.)

Основное влияние на урожайность оказывает наиболее длительная сохранность пигмента хлорофилла в течение вегетации растений. Данные содержания суммы хлорофиллов листьев в условиях оптимального увлажнения (70 % ПВ, контроль) и острой засухи (30 % ПВ, опыт) представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание суммы хлорофиллов во флаговых листьях в фазы цветения и молочной спелости

Сорт	Год	Хлорофилл в фазу цветения			Хлорофилл в фазу молочной спелости зерна		
		опыт	контроль	в % к контр.	опыт	контроль	в % к контр.
Дончанка, ст	2017	2,4	3,0	80,0	1,9	2,4	79,1
	2018	2,8	3,1	90,0	1,4	2,1	66,6
Лазурит	2017	2,7	3,2	84,4	2,2	2,8	78,6
	2018	3,2	3,6	88,8	1,7	3,0	56,7
Оникс	2017	3,1	3,2	96,9	2,6	2,7	96,3
	2018	3,0	3,7	81,1	2,7	3,1	87,1
НСР <sub>0,05</sub>		0,33	0,39		0,41	0,72	

Исследованиями установлено, что пигментный аппарат листьев сортов озимой твердой пшеницы неодинаково реагировал на изменение развития растений. В 2017 году содержание хлорофиллов в условиях острой засухи (опыт) в фазу цветения у сорта Оникс превышало сорт Лазурит на 14,8 %, а стандарт Дончанку – на 29,2 %. К фазе молочной спелости зерна содержание хлорофиллов снизилось на 19,2 % у сорта Оникс и на 22,7 % у сорта Лазурит, а у стандарта Дончанка – на 26,3 %. В условиях оптимального увлажнения в фазу цветения содержание хлорофиллов у изучаемых сортов Лазурит и Оникс было одинаковым, а у стандарта на 0,2 мг/100г сырой массы меньше. В 2018 году максимальное содержание пигмента хлорофилла в фазу цветения при засушливых условиях выращивания зафиксировано у сорта Лазурит – 3,2 мг/100г сырой массы, это на 6,6 и 14 % выше сортов Оникс и Дончанка соответственно. При оптимальном увлажнении в эту фазу наибольшее содержание хлорофилла зафиксировано у сорта Оникс, что выше стандарта на 16,1 %. Наибольшей сохранностью пигмента хлорофилла от фазы цветения к фазе молочной спелости зерна обладал сорт Оникс.

Установлено, что в условиях оптимального водоснабжения растения сорта Оникс формируют более высокую урожайность, чем у Лазурита. В 2018 году урожайность сорта Оникс существенно снижается, это связано с уменьшением массы 1000 семян при сохранении одинакового числа зерен в колосе. Следовательно, растения сорта Оникс в условиях засухи резко снижают налив зерна.

Установлено, что листья сорта Оникс во всех вариантах опыта больше страдают от засухи, о чем свидетельствуют более высокие значения ОВД растений. Однако по содержанию хлорофилла в фазу молочной спелости и его сохранности сорт Оникс превосходит сорт Лазурит. Таким образом в ходе вегетационных опытов были выявлены различия механизмов устойчивости сортов озимой твердой пшеницы к засухе.

## **Глава 4. Влияние предшественников и технологии возделывания на формирование количественных признаков сортов озимой твердой пшеницы в условиях засухи**

### **4.1 Рост и развитие озимой твердой пшеницы в зависимости от предшественника и технологии возделывания**

Результирующим показателем состояния растений в естественных условиях среды (поле) являются их рост и развитие, рост растений тормозится в первую очередь в ответ на неблагоприятные условия развития.

Высота растений в посевах изменялась как в зависимости от условий года, так и от применяемой технологии возделывания. В 2016 году сорта Лазурит и Оникс сформировали в посевах в среднем по четырем технологиям самые высокие растения, а стандарт Дончанка – в 2017 году. Высота растений стала меньше в оптимальном 2017 году и существенно снизилась в острозасушливом 2018 году. Эта закономерность характерна для изученных сортов по двум предшественникам.

Растения сорта Лазурит более остро реагирует на изменение предшественника. Высота его растений в острозасушливом году снизилась на 5,5 % по предшественнику зернобобовая смесь (ЗБС). А растения сорта Оникс меньше реагируют на смену предшественника и практически не снижают высоту растений.

Отмечены основные фазы развития растений: всходы, кушение, выход в трубку, колошение, цветение и полная спелость. На основании этих данных была установлена продолжительность вегетационного периода. Наступление основных фаз развития растений в большей степени зависело от сложившихся погодных условий года, а изучаемые технологии и выбор предшественника на фенологию растений озимой твердой пшеницы влияли слабо.

### **4.2 Содержание хлорофилла в флаговых листьях озимой твердой пшеницы в условиях полевого опыта**

Одним из основных показателей физиологического состояния растений озимой пшеницы является содержание хлорофилла в листьях в течение вегетационного периода. В связи с этим были проведены исследования (2016 г.) с помощью прибора N-тестер. Чем выше показания прибора, тем больше содержание хлорофилла и обеспеченность растений азотом.

Максимальные показания прибора у сортов озимой пшеницы в течение всего периода вегетации отмечались по интенсивной технологии возделывания, где и была получена наибольшая урожайность зерна. При этом наиболее высокие показатели прибора по всем вариантам технологий отмечены у высокоурожайного сорта Лазурит. Это свидетельствует о прямой зависимости урожайности от содержания хлорофилла в листьях озимой пшеницы и может быть использовано при корректировке азотного питания и прогнозировании урожайности. Данные экспресс-диагностики представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели N-тестера в разные фазы развития

Технология	Фаза развития		
	кущение (весна)	выход в трубку	колошение
Дончанка (ст.)			
Экстенсивная	464	487	539
Интенсивная	601	590	621
Нормальная	568	598	611
Биологизированная	547	540	599
Лазурит			
Экстенсивная	463	501	555
Интенсивная	597	630	653
Нормальная	559	616	633
Биологизированная	543	599	617
Оникс			
Экстенсивная	460	491	547
Интенсивная	540	598	639
Нормальная	502	590	622
Биологизированная	528	548	613
<i>HCP<sub>0,05</sub></i>	29,39	58,94	49,26

Сумму хлорофиллов определяли во флаговом листе растений изучаемых сортов в фазы цветения и молочной спелости зерна в 2017 и 2018 годах по всем вариантам предшественника и технологии возделывания с помощью спектрофотометра.

Содержание суммы хлорофиллов во флаговом листе в оптимальном году по сравнению с острозасушливым выше на 34,8 % в фазу цветения и на 41,2 % – в фазу молочной спелости зерна, что свидетельствует о более сильном отрицательном влиянии нарастающей засухи на сохранность пигментного аппарата фотосинтеза. В условиях оптимального года снижение суммы хлорофиллов составляет за межфазный период 29,2 %, а в условиях острозасушливого года – 35,3 %. Общая сохранность суммы хлорофиллов (среднее) выше в оптимальный год на 4,8 %.

Таким образом, пигментный аппарат листьев чутко реагирует на условия возделывания и может служить мерой оценки засухоустойчивости изучаемых сортов озимой твердой пшеницы. За 2017-2018 годы исследований установлено, что по двум предшественникам и четырем технологиям возделывания наибольшей сохранностью суммы хлорофиллов от фазы цветения к молочной спелости зерна обладает сорт Оникс.

#### **4.3 Влияние предшественников и технологий возделывания на структуру и величину урожайности**

Средняя урожайность зерна изучаемых сортов по всем вариантам полевого опыта представлена на рисунке 6.





Рисунок 6 – Урожайность зерна по годам. (Среднее по двум предшественникам и четырем технологиям возделывания)

Оценка изучаемых сортов показала, что в 2017 году наибольшей урожайностью обладал сорт Оникс – 9,7 т/га, а в годы с недостаточной влагообеспеченностью (2016;2018) максимальную урожайность сформировал Лазурит – 6,6 и 8,1 т/га соответственно. В среднем за три года их урожайность была практически идентичной и составила 8,0 (Лазурит) и 7,6 т/га (Оникс), что на 1,8 и 0,4 т/га больше стандарта Дончанка соответственно.

Результаты свидетельствуют, что во все годы исследований изучаемые технологии оказывали существенное влияние на урожайность озимой твердой пшеницы по сравнению с экстенсивной технологией возделывания. Самая высокая урожайность как в отдельные годы (7,3; 10,6 и 8,9 т/га), так и в среднем за 3 года (8,8 т/га) получена при интенсивной технологии.

Самая низкая за годы исследований урожайность озимой твердой пшеницы в по изучаемым предшественникам была получена в 2016 году и составила от 4,1 (ЗБС, Дончанка) до 7,8 т/га (ЧП, Лазурит), а самые высокие значения этого показателя отмечены в благоприятном 2017 году – от 6,4 (ЧП, Дончанка) до 10,6 т/га (ЧП, Оникс) (таблица 5; 6).

Таблица 5 - Урожайность озимой твердой пшеницы в зависимости от технологии возделывания и сорта по предшественнику черный пар, т/га (2016-2018 гг.)

Технология (Фактор А)	Сорт (Фактор В)	Урожайность, т/га, по годам			
		2016	2017	2018	Среднее
Экстенсивная	Дончанка, ст	5,2	6,4	5,1	5,6
	Лазурит	7,0	8,6	6,6	7,4
	Оникс	6,2	8,6	6,6	7,1
Интенсивная	Дончанка	6,2	7,4	6,1	6,6
	Лазурит	7,8	10,3	9,8	9,3
	Оникс	7,3	10,6	8,4	8,8
Нормальная	Дончанка	6,6	7,1	6,6	6,8
	Лазурит	7,4	9,7	9,3	8,8
	Оникс	6,7	9,9	7,4	8,0
Билогизированная	Дончанка	6,2	7,3	6,2	6,6
	Лазурит	7,3	9,4	8,9	8,5
	Оникс	6,5	9,5	6,7	7,6
<i>HCP<sub>05</sub></i>		2,3			
<i>HCP<sub>05 A</sub></i>		1,9			
<i>HCP<sub>05 B</sub></i>		1,66			

По итогам двухфакторного дисперсионного анализа основная роль в формировании урожайности сортов озимой твердой пшеницы принадлежит общей дисперсии (50,74 %), существенное влияние также оказывали технологии возделывания (фактор А – 46,84 %). Влияние сорта (фактор В) было незначительным и составило 0,90 %. Доля повторений имела отрицательные значения (-0,33 %). Эффект взаимодействия факторов «А × В» вносит вклад в общую изменчивость урожайности – 1,85 %.

Таблица 6 - Урожайность озимой твердой пшеницы в зависимости от технологии возделывания и сорта по предшественнику зернобобовая смесь, т/га (2016-2018 гг.)

Технология (Фактор А)	Сорт (Фактор В)	Урожайность, т/га			
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
Экстенсивная	Дончанка, st	4,1	6,4	5,1	5,2
	Лазурит	4,6	8,2	6,9	6,6
	Оникс	4,4	8,1	6,3	6,3
Интенсивная	Дончанка	6,0	7,2	5,8	6,3
	Лазурит	6,7	10,2	7,9	8,3
	Оникс	6,5	10,5	6,9	8,0
Нормальная	Дончанка	6,0	7,5	6,2	6,6
	Лазурит	6,4	9,9	7,8	8,0
	Оникс	5,5	10,4	6,7	7,5
Билогизированная	Дончанка	5,0	6,5	6,0	5,8
	Лазурит	5,3	8,5	7,5	7,1
	Оникс	5,2	9,7	6,6	7,2
<i>HCP<sub>05</sub></i>		0,9			
<i>HCP<sub>05 A</sub></i>		0,74			
<i>HCP<sub>05 B</sub></i>		0,64			

По результатам двухфакторного дисперсионного анализа доминирующая роль в формировании урожайности сортов озимой твердой пшеницы по предшественнику зернобобовая смесь принадлежит общей дисперсии (50,23 %), технологии возделывания (фактор А – 33,93 %). Влияние сорта (фактор В) составило 2,60 %. Доля повторений имела отрицательные значения (-0,10 %). Эффект взаимодействия факторов «А × В» вносит вклад в общую изменчивость урожайности – 13,34 %.

Таким образом, наибольшую урожайность в среднем за годы исследований изучаемые сорта Лазурит (9,3 т/га) и Оникс (8,8 т/га) в посевах формируют по паровому предшественнику (интенсивная технология возделывания). В годы с засушливым весенне-летним периодом вегетации растений наибольшую урожайность сформировал сорт Лазурит по сравнению с Оникс, что свидетельствует о его более высокой засухоустойчивости и совпадает с данными лабораторных и вегетационных оценок.

Оценка структуры урожайности дает возможность выявить, за счет чего растения сорта Лазурит по сравнению с Ониксом сформировали более высокую урожайность в условиях засушливого весенне-летнего периода 2016 и 2018 годы, растения сорта Оникс сформировали более высокую урожайность в оп-

тимальный по увлажнению 2017 год.

По показателю количество продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup> по всем вариантам исследований сорта Лазурит и Оникс превысили значения стандарта Дончанка.

Различие числа зерен в колосе сортов Лазурит и Оникс заметно изменялось по годам. В 2016 году по предшественнику черный пар по всем изучаемым технологиям наблюдалось превышение данного показателя над сортом Оникс. Из этого следует, что при оптимальных гидротермических условиях наибольшим числом зерен характеризуется сорт Оникс. Таким образом, в остро засушливом 2018 году сорт Лазурит имел превышение над Ониксом по двум предшественникам и четырем технологиям возделывания, что характеризует сорт Лазурит как высокозасухоустойчивый.

В результате проведенных исследований установлено, что значения массы 1000 семян в умеренно засушливом 2016 и остро засушливом 2018 годах у сорта Лазурит имели превышение над сортом Оникс по двум предшественникам и четырем технологиям, исключением стала только интенсивная технология по зернобобовому предшественнику в остро засушливый год. При возделывании по зернобобовому предшественнику сорт Лазурит имел превышение 2,3 % по биологизированной технологии и незначительное по интенсивной. Стандартный сорт имел средние значения.

Следует отметить, что сорт Лазурит имеет превышение над сортом Оникс в более жестких условиях выращивания, что говорит о его пластичности.

#### **4.4 Качество зерна и макарон сортов твердой озимой пшеницы**

Важнейшим показателем качества зерна твердой пшеницы, характеризующим хозяйственную ценность сорта, является стекловидность. Значения по этому признаку варьировали в пределах от 93 до 99 %. При сравнении технологий возделывания пшеницы установлено наибольшее значение стекловидности при применении интенсивной технологии как у сорта Лазурит, так и у Оникса.

Все варианты технологий и предшественника в среднем за годы исследований имели высокую натуру зерна – от 762 г/л (Дончанка) до 793 г/л (Оникс). Наибольшая натурная масса в опытах была отмечена при возделывании по интенсивной технологии.

В среднем за годы исследований содержание белка в зерне изучаемых сортов озимой твердой пшеницы варьировало от 13,87 % (Дончанка, ЗБС) до 16,38 % (Оникс, ЧП). В разрезе разных лет изучения наибольшее содержание белка в зерне отмечено в 2016 года, где оно было на уровне 13,57 (Оникс, экстенсивная технология, ЗБС) -17,08% (Оникс, интенсивная технология, ЧП).

В среднем за три года наиболее высокое содержание клейковины в зерне было отмечено при интенсивной технологии возделывания по предшественнику черный пар у сорта Оникс – 28,56. На процент содержания клейковины значительно влияет предшественник.

Оценку макарон проводили по показателям коэффициента разваримости, по объему и весу, прочности, потерям сухого вещества, цвета и общей оценке. Важнейшим признаком качества является цвет макаронных изделий, который определяет их потребительские свойства. Все изучаемые сорта озимой твердой пшеницы имели цвет макаронных изделий от желтого до кремового по разным предшественникам и технологиям возделывания. Оценка по данному показателю варьировала от 3 до 4 баллов. Технология возделывания и предшественник не оказывали влияния на прочность макарон, которая по всем вариантам была достаточно высокой (715-770). Макароны всех изучаемых сортов обладали гладкой поверхностью, стекловидной в изломе массой, при варке увеличивались в 3,9-4,0 раза и при этом сохраняли свою форму, имели хороший внешний вид и вкусовые качества. Оценка разваримости макаронных изделий по массе и объему составляет 4 балла. Общая оценка макарон – 3,5-4,0 балла. Это хорошие показатели качественных макарон, отвечающие всем потребительским свойствам.

#### 4.5 Влияние предшественника и элементов технологии возделывания озимой твердой пшеницы на формирование засухоустойчивости в период прорастания полученных семян

В данной серии опытов провели оценку потенциальной засухоустойчивости сортов, изученных при использовании различных элементов технологий возделывания, по следующим показателям: всхожесть и жаростойкость полученных в каждом варианте полевого опыта семян, степень депрессии массы проростков.

Полученные семена использовали для оценки потенциальной засухоустойчивости сортов с целью выявления таких элементов технологий, которые дают возможность получить семена, пригодные для посевов в условиях рискованного земледелия.

Засухоустойчивость и жаростойкость семян озимой твердой пшеницы, которые были использованы для посева и получены с применением интенсивной технологии (рисунок 7).

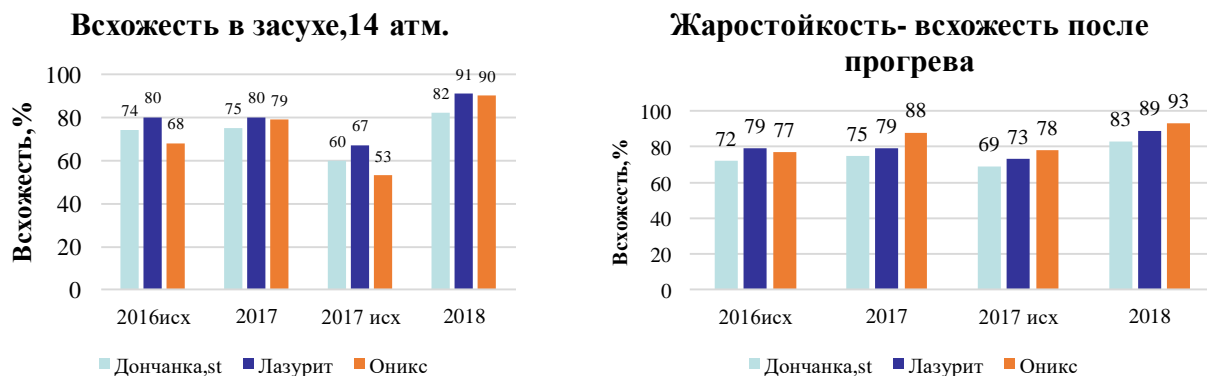




Рисунок 7 – Засухоустойчивость и жаростойкость семян озимой твердой пшеницы, которые были использованы для посева и получены с применением интенсивной технологии

Таким образом, было установлено, что интенсивная технология возделывания по предшественнику черный пар не только дала максимальную урожайность за годы исследований, но и позволила получить семена, наиболее пригодные для посевов в засушливых условиях, например, в условиях осенней почвенной засухи.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые для условий юга России проведено комплексное исследование засухоустойчивости коммерческих сортов озимой твердой пшеницы в лабораторных, вегетационных и полевых опытах и показано, что их засухоустойчивость может быть обеспечена следующими механизмами: различной устойчивостью к возрастанию осмотического давления внешнего раствора, способностью формировать мощные проростки и жаростойкостью.

2. Сорта озимой твердой пшеницы селекции АНЦ «Донской» различаются по способности переносить возрастающую засуху в период прорастания семян. Сорт Лазурит способен прорасти при осмотическом давлении внешнего раствора до 16 атм., а семена Оникс резко снижают всхожесть при осмотическом давлении выше 12 атм. Максимальное варьирование всхожести между сортами отмечено при 14 атмосферах.

3. Засухоустойчивость вегетирующих растений озимой твердой пшеницы изученных сортов различается по результатам вегетационных опытов. В условиях оптимального водоснабжения большую урожайность формирует сорт Оникс, а в условиях острой почвенной засухи – сорт Лазурит. Показателем засухоустойчивости растений сорта Лазурит является способность растений обеспечивать налив зерна, что отражается наибольшими значениями М1000.

4. Установлено, что минимальные значения ОВД среди изучаемых сортов при нарастающей засухе (фаза молочной спелости зерна) за 2017 и 2018 годы отмечены у сорта Лазурит и составили 18,8 и 15,5 % соответственно. Это указывает на высокую стабильность водного режима данного сорта в условиях недостаточной влагообеспеченности.

5. В условиях модельной засухи (засушник) листья сорта Лазурит способны сохранять содержание пигмента хлорофилла в фазы цветения и молочной спелости зерна в количестве 2,7 и 2,2 мг/100г сырой массы (2017г.), 3,2 и 1,7 мг/100г сырой массы (2018г.) соответственно. Это позволяет данному сорту в условиях недостаточной влагообеспеченности формировать более высокий урожай зерна.

6. Содержание пигмента хлорофилла в листьях в естественных условиях (поле) в 2017 году (оптимальные условия) по сравнению с 2018 годом (острозасушливые условия) выше на 34,8 % в фазу цветения и на 41,2 % – в фазу молочной спелости зерна, что свидетельствует о более сильном отрицательном влиянии засухи на пигментный аппарат фотосинтеза. За 2017-2018 годы исследований установлено, что по двум предшественникам и четырем технологиям возделывания наибольшей сохранностью суммы хлорофиллов от фазы цветения к фазе молочной спелости зерна обладает сорт Оникс.

7. Установлено, что засуха в период весенне-летней вегетации растений влияет на рост и развитие. В 2016 году все сорта сформировали в посеве в среднем по четырем технологиям самые высокие растения. Высота растений стала меньше в оптимальном 2017 году и существенно снизилась в острозасушливом 2018 году. Лазурит более остро реагирует на изменение предшественника – высота растений в острозасушливом году снизилась на 5,5 % по предшественнику ЗБС.

8. В полевых исследованиях в среднем по двум предшественникам и четырем технологиям более высокую урожайность в засушливом году сформировал сорт Лазурит, а в оптимальном году – сорт Оникс. Эти данные согласуются с урожайностью в засушнике. По предшественнику черный пар все сорта сформировали самую высокую урожайность при применении интенсивной технологии, а минимальную – при экстенсивной. В оптимальный по увлажнению год сорта Лазурит и Оникс формируют более 10 тонн зерна с гектара при применении интенсивной технологии, а в засушливые 2016 и 2018 годы – средние (8,1 и 7,3 т/га) соответственно.

9. При оценке доли влияния технологии на урожайность по итогам двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что по обоим предшественникам основное влияние на урожайность оказывает технология возделывания. По предшественнику черный пар – 46,84 %, а по предшественнику зернобобовая смесь – 33,93 %.

10. Согласно проведенному анализу на качество зерна озимой твердой пшеницы наибольшее влияние оказывают погодные условия и технологии возделывания. Качество полученного зерна по всем изученным параметрам возрастает в ряду сортов Дончанка-Лазурит-Оникс. Изучаемые сорта обладают высокими показателями зерна (1-й класс) и макаронных изделий.

11. Интенсивная технология возделывания, которая обеспечивает получение максимального урожая, также обеспечивает сохранение и даже повышение потенциала засухоустойчивости и жаростойкости сортов.

### **Предложения селекционной практике и производству**

1. В условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения юга Ростовской области целесообразно более широко возделывать высокозасухоустойчивый сорт Лазурит, а в регионах с достаточным увлажнением – Оникс.

2. Наиболее перспективной технологией возделывания озимой твердой пшеницы в условиях неустойчивого увлажнения юга Ростовской области является интенсивная технология возделывания по предшественнику черный пар.

3. В селекционной практике рекомендуется использовать метод оценки потенциальной засухоустойчивости сортов и линий озимой твердой пшеницы в период прорастания семян, используя растворы с возрастающим осмотическим давлением (12; 14 и 16 атм.).

### **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

#### **Список статей в рецензируемых изданиях ВАК:**

1. Газе В.Л. Определение уровня засухоустойчивости образцов озимой мягкой пшеницы прямым и косвенными методами/ В.Л. Газе, **В.А. Лиховидова**, Е.В. Ионова // *Зерновое хозяйство России*. № 2. 2018. С.25-29

2. **Лиховидова В.А.** Влияние почвенной и воздушной засухи на развитие корневой системы сортов и линий озимой мягкой пшеницы/ В.А.Лиховидова, В.Л. Газе, Е.В. Ионова, Д.М. Марченко // *Зерновое хозяйство России*. № 4. 2018.С.39-42. DOI10.31367/2079-8725-2018-58-4-39-42

3. Ионова Е.В. Засухоустойчивость образцов озимой мягкой пшеницы в начальную фазу органогенеза, и изменение площади листьев и содержание хлорофилла растений в условиях водного стресса/ Е.В.Ионова, **В.А. Лиховидова**, В.Л. Газе, Д.М. Марченко// *Зерновое хозяйство России*. № 5. 2018. С.29-31. DOI10.31367/2079-8725-2018-59-5-29-31

4. Газе В.Л. Сортомена озимой мягкой пшеницы как механизм увеличения продуктивности и устойчивости к абиотическим факторам среды/ Е.В. Ионова, Д.М., Марченко, **В.А. Лиховидова** // *Зерновое хозяйство России*. № 6. 2018г. С.16- 21. DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-16-20

5. Газе В.Л. Остаточный водный дефицит растений озимой пшеницы, как один из показателей засухоустойчивости/ В.Л. Газе, **В.А. Лиховидова**, В.М. Шарова, Н.Н. Анисимова // *Зерновое хозяйство России*. № 1. 2017. С.7-11

6. Кравченко Н.С. Качество зерна и засухоустойчивость сортов озимой мягкой пшеницы / Н.С.Кравченко, **В.А. Лиховидова**, О.В. Скрипка// Зерновое хозяйство России. № 1. 2018. С.52-56

7. Алабушев А.В., Оценка засухоустойчивости генотипов озимой мягкой пшеницы в условиях модельной засухи «засушник»/ А.В. Алабушев, Е.В. Ионова, **В.А. Лиховидова**, Газе В.Л. // Земледелие. №7. 2019. С. 35-38. DOI:10.24411/0044-3913-2019-10709

8. Алабушев А.В. Оценка степени засухоустойчивости новых коммерческих сортов озимой твердой пшеницы/ А.В.Алабушев, Е.В. Ионова, **В.А. Лиховидова**, Н.Е. Самофалова // Достижение науки и техники в АПК. 2019. Т. 33.№-10. С.51-53. DOI:10.24411/0235-2451-2019-11011

9. **Лиховидова В.А.** Влияние водного и температурного стрессов на всхожесть семян сортов твердой озимой пшеницы полученных в контрастные по погодным условиям годы/ В.А. Лиховидова, А.С. Казакова, Н.Е. Самофалова// Зерновое хозяйство России. № 5. 2019. С. 34-39. DOI:10.31367/2079-2079-8725-2019-65-5-34-39

10. Ионова Е.В. Засуха и гидротермический коэффициент увлажнения, как один из критериев оценки степени ее интенсивности (обзор литературы)/ Е.В. Ионова, И.А. Лобунская, В.А. **Лиховидова** // Зерновое хозяйство России. № 6. 2019. С. 38-42. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22

#### **Интеллектуальная собственность:**

1. Заявка № 75929/8153379 дата приоритета 19.10.2018г. на сорт озимой твердой пшеницы Лакомка / Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П., Дубинина О.А., Авраменко М.А., Скрипка О.В., Лиховидова В.А., Копусь М.М., Гричаникова Т.А., Самофалов А.П., Романюкина И.В., Подгорный С.В., Сухарев А.А.

2. Заявка № 71933/8260593 дата приоритета 13.08.2019г. на сорт озимой твердой пшеницы Алмаз Дона / Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П., Дубинина О.А., Алабушев А.В., Марченко Д.М., Скрипка О.В., Гричаникова Т.А., Самофалов А.П., Романюкина И.В., Подгорный С.В., Лиховидова В.А., Сарычева Н.И.