

*На правах рукописи*



ИВАНИСОВ МИХАИЛ МИХАЙЛОВИЧ

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ К  
НИЗКИМ ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ТЕМПЕРАТУРАМ И ВЗАИМОСВЯЗЬ  
МОРОЗОСТОЙКОСТИ С БИО- И АБИОТИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ  
СРЕДЫ

Специальность 06.01.05 – селекция и семеноводство  
сельскохозяйственных растений

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2019

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Аграрный научный центр «Донской» в 2014-2016 гг.

Научный руководитель:

**Ионова Елена Витальевна,**  
доктор сельскохозяйственных наук,  
ФГБНУ «Аграрный научный центр  
«Донской», заместитель директора по  
научной работе, заведующий  
лабораториями физиологии растений и  
маркерной селекции

Официальные оппоненты:

**Репко Наталья Валентиновна,**  
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный  
аграрный университет имени И.Т.  
Трубилина», заведующий центром  
искусственного климата, профессор  
кафедры генетики, селекции и  
семеноводства

**Есаулова Любовь Владимировна,**  
кандидат биологических наук, ФГБНУ  
«Всероссийский научно-исследовательский  
институт риса»,  
ученый секретарь и ведущий научный  
сотрудник лаборатории биотехнологии и  
молекулярной биологии

Ведущая организация:

**ФГБНУ «Национальный центр зерна  
имени П.П. Лукьяненко»**

Защита состоится «26» апреля 2019 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 006.026.01, созданного на базе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», по адресу: 350921, Россия, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3.

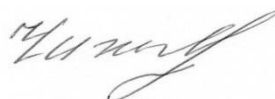
Тел. (факс): (861) 229 44 23

E-mail: [vniirice@vniirice.ru](mailto:vniirice@vniirice.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», а также на сайте – <http://vniirice.ru>, с авторефератом на сайтах ВАК РФ – <http://vak.ed.gov.ru> и ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса» – <http://vniirice.ru>.

Автореферат разослан «\_\_\_» марта 2019 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук



С.С. Чижикова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Озимая пшеница имеет важное значение в увеличении производства зерна. В Российской Федерации примерно 38,5 % общего его сбора приходится на долю озимых культур. Ежегодно в производстве продуктов сельского хозяйства Ростовской области посевы пшеницы занимают около 50 % площади зерновых, при этом в сборах зерна удельный её вес превышает 70 %.

Несмотря на значительные успехи в селекции озимой пшеницы, дальнейшее увеличение производства зерна этой культуры приостанавливается из-за недостаточной устойчивости сортов к неблагоприятным условиям произрастания и, в главной степени, к низким отрицательным температурам в период перезимовки. В годы с жесткими условиями зимнего периода можно наблюдать массовую гибель посевов озимой пшеницы.

Проблема усиления выраженности морозостойкости озимой пшеницы является очень важной для стабилизации зернового производства. Особенно актуальна селекция сортов озимой пшеницы на устойчивость к отрицательным факторам окружающей среды.

В связи с этим перед селекцией стоит задача создания сортов, которые будут переносить низкие отрицательные температуры и неблагоприятные зимние условия, не теряя хозяйственно-ценных качеств.

**Степень разработанности темы.** Изучением морозостойкости растений озимой пшеницы занимался ряд исследователей: Лукьяненко П.П. (1962), Шулындин А.Ф. (1972), Гуманов И.И. (1979), Перуанский Ю.А. (1981), Вареница Е.Т. (1981), Калинин И.Г. (1995), Беспалова Л.А. (2001), Грабовец А.И. (2007), Карманенко Н.М. (2011). В их работах уделяется внимание таким вопросам как: влияние низких температур на формирование морфологических признаков растений; методы селекции морозостойких сортов озимой пшеницы; влияние накопления сахаров и других веществ-криопротекторов на формирование морозостойкости озимых; генетические основы морозостойкости; физиология закаливания растений и др. Мы в своих исследованиях акцентировали внимание на изучении прямых и косвенных методов оценки морозостойкости, установлении взаимосвязи устойчивости растений озимой мягкой пшеницы с хозяйственно-ценными признаками, с био- и абиотическими факторами среды.

**Цель исследований** – изучить и выделить образцы озимой мягкой пшеницы, обладающие высокой морозостойкостью и установить наличие взаимосвязи с хозяйственно-ценными признаками, с био- и абиотическими факторами среды.

### **Задачи исследований:**

1. Изучить сорта озимой мягкой пшеницы различного происхождения по основным хозяйственно-ценным признакам и выделить их источники.

2. Определить морозостойкость сортов озимой мягкой пшеницы прямыми методами оценки (промораживание посевных ящиков в КНТ-1, донской способ и метод стеллажей).

3. Показать возможность использования косвенного метода (свободный пролин) при определении морозостойкости сортов озимой мягкой пшеницы.

4. Выявить взаимосвязи морозостойкости сортов озимой мягкой пшеницы с содержанием свободного пролина, засухоустойчивостью, поражением болезнями и значениями качественных и количественных признаков зерна. Создать новые морозостойкие сорта озимой пшеницы.

5. Установить величину наследования морозостойкости в гибридах F1 и F2.

6. Дать оценку экономической эффективности новых сортов озимой мягкой пшеницы.

**Научная новизна.** Проведено комплексное изучение показателей, отражающих морозостойкость образцов озимой мягкой пшеницы. Выделен исходный селекционный материал, сочетающий повышенную морозостойкость, продуктивность и качество зерна. Установлена связь морозостойкости озимой мягкой пшеницы с величиной засухоустойчивости этих образцов. С участием автора создано три сорта озимой мягкой пшеницы.

**Практическая значимость работы.** С использованием различных методов оценки устойчивости растений к низким отрицательным температурам выделены высокоморозостойкие генотипы озимой мягкой пшеницы, используемые для создания сортов с повышенной морозостойкостью. Выявлены взаимосвязи морозостойкости с засухоустойчивостью, определяемой лабораторным и вегетационным методами. Составлен каталог морозостойких сортов озимой мягкой пшеницы. С учетом результатов комплексной оценки морозостойкости исходного материала созданы и переданы на Государственное сортоиспытание новые адаптивные сорта озимой мягкой пшеницы Вольница, Вольный Дон и Полина, соавтором которых является соискатель.

**Методология и методы исследования.** Исследования проводили, используя полевые и лабораторные методы. Закладку опытов, анализ структуры урожая, учеты и наблюдения осуществляли согласно общепринятым методикам. Экспериментальные данные обрабатывали с использованием программ Microsoft Exsel и Statistica 10.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Характеристика сортов озимой мягкой пшеницы по основным хозяйственно-ценным признакам.

2. Прямые методы оценки устойчивости к низким температурам: промораживание растений, выращенных в посевных ящиках, донской метод (метод пучков), оценка морозостойкости в стеллажах.

3. Косвенные методы определения устойчивости к низким температурам: содержание свободного пролина в растениях озимой мягкой

пшеницы до и после охлаждения, изменение количества свободного пролина в осенне-зимне-весенний периоды.

4. Корреляционные связи прямых и косвенных методов определения морозостойкости.

5. Взаимосвязь морозостойкости с засухоустойчивостью, поражением болезнями и качеством зерна озимой мягкой пшеницы.

6. Результаты анализа наследования морозостойкости в гибридах F1 и F2.

7. Экономическая эффективность новых сортов озимой мягкой пшеницы при их выращивании.

**Степень достоверности результатов исследований.** Результаты экспериментальных исследований и выводы обосновываются большим объемом научной продукции. Исследования достоверны, научно обоснованы, подтверждаются системным анализом результатов, обработкой полученных данных методами биометрической статистики.

**Личный вклад автора.** Соискатель самостоятельно участвовал в подборе и разработке методов исследований, привлечении исходного материала для проведения экспериментов, в выполнении полевых и лабораторных опытов, сборе научной информации, апробации научных результатов, их систематизации, публикации их в научной литературе, написании автореферата и диссертации, сформулировал вполне корректные выводы и предложения.

#### **Апробация работы и публикация результатов.**

Основные положения диссертационной работы были доложены на заседаниях ученого совета ФГБНУ «АНЦ «Донской» (2014, 2015, 2016 г.). Докладывались на конференциях: Научно-практическая конференция молодых ученых «Первые шаги в науку» (г. Зерноград, 2014 г.), Всероссийская научная конференция «Научно-техническое обеспечение АПК юга России» (г. Зерноград, 2015, 2016, 2017 г.), Международный саммит молодых ученых «Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства» (г. Краснодар, 2016 г), Международная научно-практическая конференция «Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур» (пос. Персиановский, 2015 г.), Научно-практическая конференция с международным участием «Генетика – фундаментальная основа инноваций в медицине и селекции» (г. Ростов-на-Дону, 2017 г.).

По теме диссертационной работы опубликовано 8 печатных работ, в том числе 6 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Созданы и переданы на Государственное сортоиспытание 3 сорта озимой мягкой пшеницы: Вольница, Вольный Дон, Полина.

#### **Структура и объем диссертации.**

Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов и предложений для селекции и производства, списка литературы из 206 наименований, в том

числе 33 иностранных. Работа изложена на 154 страницах компьютерного текста, включает 23 таблицы, 33 рисунка и 15 приложений.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Глава 1. Морфология, генетические и физиологические признаки растений озимой мягкой пшеницы для адаптивной селекции (обзор литературы)**

В данной главе рассмотрены морфология озимой мягкой пшеницы, генетика и физиология морозостойкости. Описаны направления адаптивной селекции сельскохозяйственных растений и содержание свободного пролина при стрессовых воздействиях. Показаны методы селекции озимой пшеницы на морозостойкость.

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

Исследования проводили в 2014-2016 годах на опытном участке лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа ФГБНУ «АНЦ «Донской», предшественник – кукуруза на зерно.

В качестве исходного материала использовались 80 сортов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения селекции «АНЦ «Донской», НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, ФРАНЦ, СКФНАЦ, ФИЦ «Немчиновка», Верхневолжского ФАНЦ, Самарского, Нижне-Волжского НИИСХ, украинской, австрийской и французской селекции.

Для более полной оценки морозостойкости использовались 15 сортов трех научно-исследовательских учреждений: Дон 107, Капитан, Лидия, Изюминка, Лилит, Аскет, Капризуля, Краса Дона, Донская безостая, Вольный Дон, Вольница, Полина («АНЦ «Донской»), Тарасовская 29 (ФРАНЦ/«АНЦ«Донской»), Донская лира (ФРАНЦ) и Таня (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко).

Закладку опытов, фенологические наблюдения, полевые учеты, оценку степени полегания и структурный анализ растений сортов проводили согласно методике Государственного испытания и методике полевого опыта Б.А. Доспехова.

Посев озимой пшеницы проводили сеялкой Wintersteiger Plotseed обычным рядовым способом на глубину заделки семян 5-6 см с нормой высева 550 всхожих зерен на 1 м<sup>2</sup>. Учетная площадь делянки 10 м<sup>2</sup> в трехкратной повторности.

Стандартом служил сорт Дон 107. Сорт-классификатор по морозостойкости – Тарасовская 29.

Морозостойкость определяли: промораживанием растений, выращенных в посевных ящиках, в камерах КНТ-1; донским способом; методом стеллажей.

Содержание свободного пролина в листьях изучаемых образцов определяли по методике, изложенной Bates L.S.

Достоверность экспериментальных данных проводили различными методами биометрической статистики.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### Глава 3. Изучение сортов озимой мягкой пшеницы по основным хозяйственно-ценным признакам

#### 3.1 Морозостойкость сортов озимой мягкой пшеницы

Наиболее адекватной оценкой морозостойкости является определение степени выживаемости растений после воздействия критическими температурами. Основной анализ устойчивости сортов озимой мягкой пшеницы проводят путем промораживания растительных организмов, выращенных в посевных ящиках, в холодильных камерах.

Количество сохранившихся растений у 80 изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы в 2014-2016 годах находилось в пределах от 0,8 % до 83,8 % (рисунок 1).

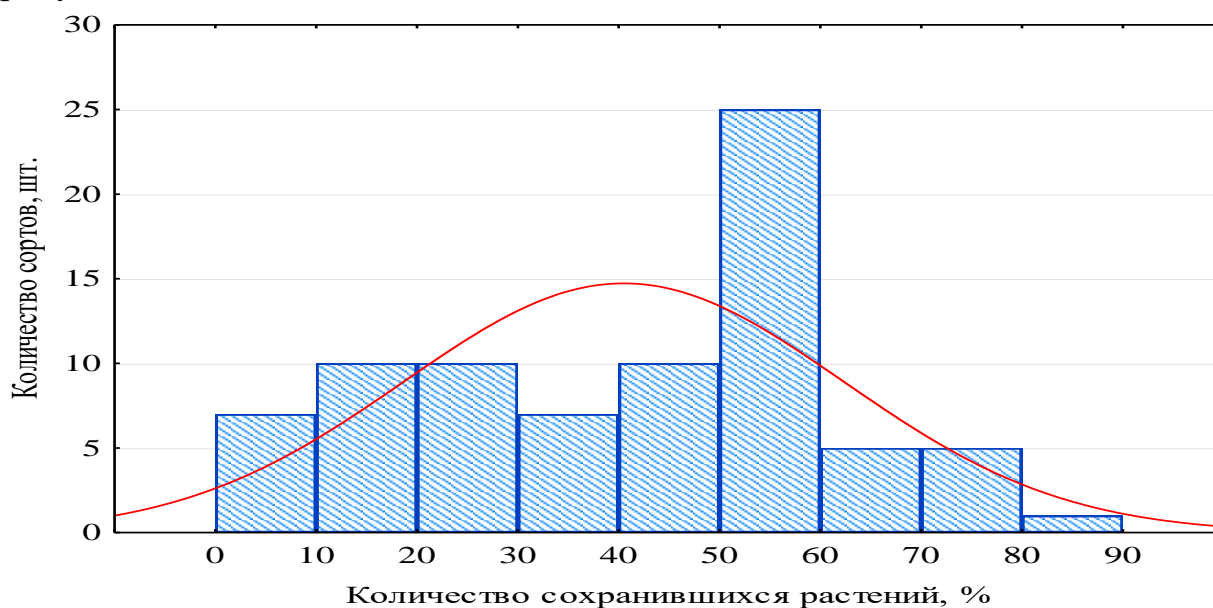


Рисунок 1 – Распределение сортов озимой мягкой пшеницы по количеству сохранившихся растений, 2014-2016 гг.

В целом по морозостойкости за 3 года исследования из 80 изучаемых образцов выделились 15 сортов селекции «АНЦ «Донской», ФРАНЦ и НЦЗ им. П.П. Лукьяненко. Количество сохранившихся растений сорта Тарасовская 29 в 2014-2016 годах в среднем составило 55,3 %. Образцы, представленные в таблице 1, имели в годы исследования от 57,0 до 83,8 % живых растений после промораживания в холодильных камерах КНТ-1 при температуре минус 20°С.

Таблица 1 – Количество сохранившихся растений сортов озимой мягкой пшеницы, выделившихся по морозостойкости, 2014-2016 гг.

| Сорт              | Количество сохранившихся растений, % | + к сорту-классификатору, % |
|-------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| Дон 107, st       | 83,8                                 | 28,5                        |
| Капитан           | 61,7                                 | 6,4                         |
| Изюминка          | 63,0                                 | 7,7                         |
| Краса Дона        | 66,7                                 | 11,4                        |
| Аскет             | 78,1                                 | 22,8                        |
| Донская безостая  | 78,1                                 | 22,8                        |
| Лидия             | 62,1                                 | 6,8                         |
| Вольница          | 76,0                                 | 20,7                        |
| Вольный Дон       | 78,3                                 | 23,0                        |
| Полина            | 72,3                                 | 17,0                        |
| Капризуля         | 57,0                                 | 1,7                         |
| Лилит             | 58,4                                 | 3,1                         |
| Таня              | 58,0                                 | 2,7                         |
| Донская лира      | 67,3                                 | 12,0                        |
| Тарасовская 29    | 55,3                                 | -                           |
| Среднее по опыту  | 40,3                                 | -                           |
| НСР <sub>05</sub> | 14,1                                 | -                           |

Данные сорта, показывающие высокое количество сохранившихся растений, рекомендуется использовать в качестве генетических источников морозостойкости в селекционных программах.

### 3.2 Вегетационный период сортов озимой мягкой пшеницы

Продолжительность вегетационного периода – это важное биологическое, адаптивное и хозяйственно-ценное свойство озимой мягкой пшеницы.

При анализе установлено, что 27 из 80 изучаемых образцов (34 %) относились к среднеранней группе, колошение наступало 15-17 мая (рисунок 2). Два сорта Станичная и Борвий колосились 12-14 мая и принадлежали к раннеспелой группе. К среднеспелой относилось 45 сортов (18-22 мая). Среднепоздняя группа была представлена 6 сортами озимой мягкой пшеницы, колошение наступало 23-25 мая.

Скороспелые сорта сохранили после промораживания 46,2 % живых растений.

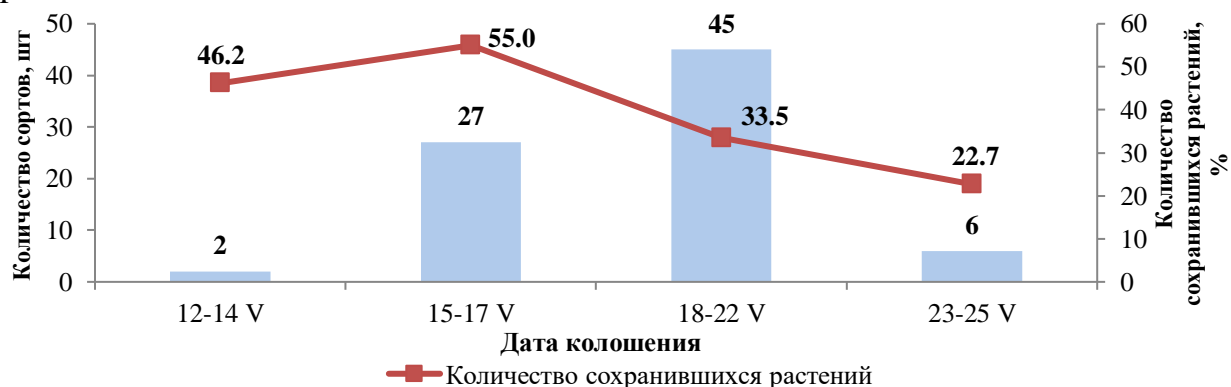


Рисунок 2 – Дата колошения и количество сохранившихся растений различных групп спелости сортов озимой мягкой пшеницы, 2014-2016 гг.



Сорта среднеранней группы сохраняли в среднем 55,0 % растений. Морозостойкость среднеспелой группы была на уровне 33,5 %. Самой слабоморозостойкой группой оказались среднепоздние сорта, их количество живых растений составило лишь 22,7 %.

Анализируя эти данные, можно сделать вывод, что для получения более морозостойких сортов следует подбирать раннеспелые и среднеранние исходные родительские формы для скрещивания.

### 3.3 Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы

Урожайность – важнейший результативный признак растениеводства. Он служит главным критерием эффективности любой селекционной программы.

Средняя за 3 года урожайность сортов озимой мягкой пшеницы находилась в пределах от 5,36 т/га до 8,07 т/га.

Урожайность стандартного сорта Дон 107 составила 6,37 т/га. В таблице 2 представлена урожайность сортов озимой мягкой пшеницы, выделившихся по морозостойкости.

Таблица 2 – Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы, выделившихся по морозостойкости, 2014-2016 гг.

| Сорт              | Урожайность, т/га |      |      |         |                     |
|-------------------|-------------------|------|------|---------|---------------------|
|                   | 2014              | 2015 | 2016 | среднее | ± к стандарту, т/га |
| Дон 107, st       | 6,29              | 7,76 | 5,05 | 6,37    | -                   |
| Капитан           | 5,85              | 7,92 | 5,00 | 6,26    | -0,11               |
| Изюминка          | 6,32              | 7,43 | 4,84 | 6,20    | -0,17               |
| Краса Дона        | 7,48              | 8,49 | 5,81 | 7,26    | 0,89                |
| Аскет             | 5,94              | 7,78 | 4,94 | 6,22    | -0,15               |
| Донская безостая  | 5,05              | 6,99 | 4,09 | 5,38    | -0,99               |
| Лидия             | 7,10              | 8,23 | 5,32 | 6,88    | 0,51                |
| Вольница          | 8,17              | 8,35 | 5,20 | 7,24    | 0,87                |
| Вольный Дон       | 7,52              | 8,32 | 6,14 | 7,33    | 0,96                |
| Полина            | 7,27              | 8,17 | 5,81 | 7,08    | 0,71                |
| Капризуля         | 6,79              | 8,34 | 5,65 | 6,93    | 0,56                |
| Лилит             | 7,23              | 8,28 | 5,00 | 6,84    | 0,47                |
| Таня              | 6,51              | 8,42 | 5,62 | 6,85    | 0,48                |
| Донская лира      | 6,48              | 8,50 | 6,08 | 7,02    | 0,65                |
| Тарасовская 29    | 5,32              | 7,52 | 4,98 | 5,94    | -0,43               |
| Среднее по опыту  | 6,50              | 7,98 | 5,84 | 6,77    | -                   |
| НСР <sub>05</sub> | 0,62              | 0,46 | 0,48 | 0,64    | -                   |

Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы в 2014 году варьировала от 5,05 т/га (Донская безостая) до 8,17 т/га (Вольница); в 2015 – от 6,99 т/га (Донская безостая) до 8,50 т/га (Донская лира); в 2016 – от 4,09 т/га (Донская безостая) до 6,14 т/га (Вольный Дон). Самыми урожайными среди сортов, выделившихся по морозостойкости, были Донская лира (7,02 т/га) (ФРАНЦ), Полина (7,08 т/га), Вольница (7,24 т/га), Краса Дона (7,26 т/га) и Вольный Дон (7,33 т/га) («АНЦ «Донской»).

### 3.4 Высота растений и устойчивость к полеганию сортов озимой мягкой пшеницы

Известно, что морозостойкость озимых культур имеет тесную генетическую связь с таким признаком, как высота растений.

В наших исследованиях высота изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы варьировала от 67 до 121 см. Значение данного признака стандартного сорта Дон 107 составило 93 см. В годы исследования устойчивость к полеганию образцов озимой мягкой пшеницы варьировала от 3,9 до 5,0 баллов.

В таблице 3 представлены высота и устойчивость к полеганию сортов, выделившихся за 3 года изучения по морозостойкости.

Таблица 3 – Высота и устойчивость к полеганию сортов озимой мягкой пшеницы, выделившихся по морозостойкости, 2014-2016 гг.

| Сорт              | Высота растений, см | Устойчивость к полеганию, балл |
|-------------------|---------------------|--------------------------------|
| Дон 107, st       | 93                  | 4,5                            |
| Капитан           | 93                  | 4,3                            |
| Изюминка          | 100                 | 3,9                            |
| Краса Дона        | 84                  | 4,4                            |
| Аскет             | 98                  | 4,4                            |
| Донская безостая  | 95                  | 4,1                            |
| Лидия             | 95                  | 4,4                            |
| Вольница          | 87                  | 4,8                            |
| Вольный Дон       | 91                  | 4,6                            |
| Полина            | 92                  | 4,3                            |
| Капризуля         | 94                  | 4,6                            |
| Лилит             | 90                  | 4,8                            |
| Таня              | 85                  | 4,7                            |
| Донская лира      | 94                  | 4,6                            |
| Тарасовская 29    | 103                 | 4,4                            |
| Среднее по опыту  | 94                  | 4,6                            |
| НСР <sub>05</sub> | 7                   | 0,6                            |

Высота лучших по морозостойкости сортов находилась в пределах от 84 до 100 см, то есть они относились к полукарликовой и короткостебельной группам. Это говорит о том, что в ходе селекции, возможно, преодолеть тесную связь высоты растений с устойчивостью их к отрицательным температурам. Максимальную устойчивость к полеганию 4,8 балла имели сорта зерноградской селекции Вольница и Лилит.

### 3.5 Элементы структуры урожая сортов озимой мягкой пшеницы

При формировании высокопродуктивных растений озимой пшеницы важно обеспечить оптимальные значения основных элементов структуры урожая.

Количество продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup> у сортов озимой мягкой пшеницы, выделившихся по морозостойкости, в среднем за три года находилось в пределах от 381 до 568 шт/м<sup>2</sup>. Максимальные значения

отмечены у образцов Лилит (550 шт/м<sup>2</sup>), Полина (556 шт/м<sup>2</sup>) и Таня (568 шт/м<sup>2</sup>). Значение продуктивной кустистости изменялось от 1,25 до 2,17 (таблица 4).

Таблица 4 – Элементы структуры урожайности сортов озимой мягкой пшеницы, выделившихся по морозостойкости, 2014-2016 гг.

| Сорт              | Количество продуктивных стеблей на 1 м <sup>2</sup> , шт. | Продуктивная кустистость | Количество зерен в колосе, шт. | Масса зерна с колоса, г | Масса 1000 зерен, г |
|-------------------|---|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Дон 107, st       | 504   | 1,80                     | 33,3                           | 1,39                    | 41                  |
| Капитан           | 403   | 1,50                     | 34,2                           | 1,58                    | 44                  |
| Изюминка          | 487   | 2,17                     | 32,9                           | 1,41                    | 42                  |
| Краса Дона        | 512   | 2,03                     | 28,8                           | 1,42                    | 45                  |
| Аскет             | 501   | 1,29                     | 38,6                           | 1,64                    | 41                  |
| Донская безостая  | 451   | 1,79                     | 29,6                           | 1,20                    | 38                  |
| Лидия             | 457   | 1,76                     | 32,0                           | 1,53                    | 45                  |
| Вольница          | 494   | 2,13                     | 29,5                           | 1,50                    | 45                  |
| Вольный Дон       | 524   | 2,05                     | 30,8                           | 1,43                    | 43                  |
| Полина            | 556   | 2,14                     | 35,2                           | 1,36                    | 43                  |
| Капризуля         | 464   | 2,15                     | 33,2                           | 1,50                    | 43                  |
| Лилит             | 550   | 1,91                     | 28,8                           | 1,32                    | 39                  |
| Таня              | 568   | 2,12                     | 30,8                           | 1,32                    | 40                  |
| Донская лира      | 513   | 1,25                     | 33,9                           | 1,61                    | 40                  |
| Тарасовская 29    | 381   | 1,42                     | 33,4                           | 1,68                    | 44                  |
| Среднее по опыту  | 500   | 1,69                     | 35,7                           | 1,46                    | 39                  |
| НСР <sub>05</sub> | 66  | 0,28                     | 4,6                            | 0,18                    | 4                   |

Меньше всего продуктивных стеблей на одно растение сформировали сорта Донская лира (1,25) и Аскет (1,29). Больше 2 колосьев имели образцы Краса Дона (2,03), Вольный Дон (2,05), Таня (2,12), Вольница (2,13), Полина (2,14), Капризуля (2,15), Изюминка (2,17).

Количество зерен в колосе по данным образцам в среднем за три года изменялось от 28,8 шт. (Краса Дона, Лилит) до 35,2 шт. (Полина). Масса зерна с колоса изменялась по сортам от 1,20 г (Донская безостая) до 1,68 г (Тарасовская 29). Достоверно (НСР<sub>05</sub> 0,18 г) превысили стандарт Дон 107 следующие образцы: Капитан (1,58 г), Аскет (1,64 г) («АНЦ «Донской»); Донская лира (1,61 г), Тарасовская 29 (1,68 г) (ФРАНЦ). Значение массы 1000 зерен находилось в пределах от 38 до 45 г. Самыми крупнозерными оказались сорта Краса Дона, Лидия и Вольница (45 г).

### 3.6 Качество зерна и муки сортов озимой мягкой пшеницы

При производстве зерна озимой пшеницы огромное значение имеет его качество. Качество зерна – это комплексный признак, зависящий от различных факторов.

В таблице 5 представлены значения качественных показателей зерна лучших по морозостойкости сортов озимой мягкой пшеницы.

Таблица 5 – Показатели качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы, выделившихся по морозостойкости, 2014-2016 гг.

| Сорт              | Натура зерна,<br>г/л | Содержание в зерне, % |            | SDS-<br>седиментация, мл |
|-------------------|----------------------|-----------------------|------------|--------------------------|
|                   |                      | белка                 | клейковины |                          |
| Дон 107, st       | 826                  | 12,67                 | 20,4       | 57                       |
| Капитан           | 806                  | 13,08                 | 23,0       | 55                       |
| Изюминка          | 837                  | 12,72                 | 25,4       | 56                       |
| Краса Дона        | 814                  | 12,81                 | 20,9       | 56                       |
| Аскет             | 821                  | 13,80                 | 28,9       | 56                       |
| Донская безостая  | 819                  | 13,37                 | 25,0       | 55                       |
| Лидия             | 800                  | 13,24                 | 24,7       | 56                       |
| Вольница          | 816                  | 13,87                 | 25,6       | 58                       |
| Вольный Дон       | 824                  | 13,19                 | 22,2       | 59                       |
| Полина            | 820                  | 13,38                 | 21,9       | 53                       |
| Капризуля         | 802                  | 13,19                 | 23,3       | 49                       |
| Лилит             | 823                  | 12,87                 | 23,2       | 52                       |
| Таня              | 811                  | 12,75                 | 23,0       | 57                       |
| Донская лира      | 819                  | 12,20                 | 22,8       | 56                       |
| Тарасовская 29    | 822                  | 13,02                 | 21,2       | 57                       |
| Среднее по опыту  | 812                  | 13,07                 | 22,8       | 53                       |
| НСР <sub>05</sub> | 16                   | 0,81                  | 3,2        | 4                        |

Все представленные в таблице 5 образцы имеют высокие значения натурной массы зерна. Содержание белка данных сортов находилось в пределах от 12,20 % (Донская лира) до 13,87 % (Вольница). Содержание клейковины в зерне изменялось от 20,4 до 28,9 %. Ко второму и третьему классу качества пшеницы относились сорта Капитан, Изюминка, Аскет, Донская безостая, Лидия, Вольница, Вольный Дон, Полина, Капризуля, Лилит, Таня и Тарасовская 29. Значение признака SDS-седиментация у представленных образцов варьировало от 49 мл (Капризуля) до 59 мл (Вольный Дон). Сорта зерноградской селекции, представленные в таблице 5, успешно сочетают в себе высокую морозостойкость и хорошее качество зерна.

#### **Глава 4. Прямые и косвенные методы определения морозостойкости растений озимой мягкой пшеницы**

##### **4.1 Прямые методы определения морозостойкости растений озимой мягкой пшеницы**

###### **4.1.1 Определение морозостойкости растений, выращенных в посевных ящиках**

Оценка функциональных нарушений при низкотемпературных условиях важна для установления адаптивной способности и устойчивости растений к стрессам. Она необходима для прогнозирования пределов выносливости к низким температурам.

Количество сохранившихся растений (температура проморозки – минус 19° С) озимой мягкой пшеницы изучаемых образцов варьировала от 58,5 до 91,5 % (таблица 6).

Таблица 6 – Количество сохранившихся растений сортов озимой мягкой пшеницы при различных температурах проморозки, 2014-2016 гг.

| Сорт              | Количество сохранившихся растений, % |             |             |             |
|-------------------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                   | Минус 19°                            | Минус 20°   | Минус 21°   | Минус 22°   |
| Дон 107, st       | <b>91,5</b>                          | <b>83,8</b> | <b>49,0</b> | <b>40,1</b> |
| Капитан           | 75,8                                 | 61,7        | 32,9        | 20,3        |
| Изюминка          | 76,6                                 | 63,0        | 32,4        | 12,0        |
| Краса Дона        | 75,3                                 | 66,7        | 31,0        | 20,1        |
| Аскет             | 82,3                                 | <b>78,1</b> | <b>39,9</b> | <b>35,3</b> |
| Донская безостая  | 88,3                                 | <b>78,1</b> | <b>47,0</b> | <b>39,3</b> |
| Лидия             | 75,2                                 | 62,1        | 29,4        | 16,0        |
| Вольница          | 81,3                                 | <b>76,0</b> | <b>39,9</b> | <b>33,7</b> |
| Вольный Дон       | 83,5                                 | <b>78,3</b> | <b>41,5</b> | <b>36,4</b> |
| Полина            | 80,0                                 | <b>72,3</b> | 37,7        | <b>32,0</b> |
| Капризуля         | 58,5                                 | 57,0        | 23,1        | 7,0         |
| Лилит             | 64,4                                 | 58,4        | 25,2        | 4,2         |
| Таня              | 64,2                                 | 58,0        | 23,4        | 6,0         |
| Донская лира      | 72,4                                 | 67,3        | 31,0        | 21,3        |
| Тарасовская 29    | 76,6                                 | 55,3        | 28,6        | 13,1        |
| НСР <sub>05</sub> | 13,1                                 | 14,1        | 10,8        | 13,9        |

Низкую морозостойкость при температуре промораживания минус 19° С на узле кущения показал сорт Капризуля (58,5 %). Достоверно превысил сорт-классификатор Тарасовская 29 (НСР<sub>05</sub> 13,1 %) при данной температуре промораживания Дон 107 (91,5 %). Следует отметить сорта, у которых количество живых растений превысило 80 %: Донская безостая (88,3 %), Вольный Дон (83,5 %), Аскет (82,3 %) Вольница (81,3 %) и Полина (80,0 %).

Количество сохранившихся растений (температура промораживания – минус 20° С) озимой мягкой пшеницы изучаемых образцов варьировала от 55,3 до 83,8 %. В среднем за три года исследований (2014-2016 гг.) высокая морозостойкость после промораживания отмечена у сортов Дон 107 (83,8 %), Вольный Дон (78,3 %), Донская безостая (78,1 %), Аскет (78,1 %), Вольница (76,0 %) и Полина (72,3 %).

Количество сохранившихся растений сортов озимой мягкой пшеницы (температура проморозки – минус 21° С) в среднем за 3 года исследований изменялась от 23,1 до 49 %. Морозостойкость классификатора Тарасовская 29 составила 28,6 % (НСР<sub>05</sub> 10,8 %). Высокое количество живых растений отмечено у сортов Вольница (39,9 %), Аскет (39,9 %), Вольный Дон (41,5 %), Донская безостая (47,0 %) и Дон 107 (49,0 %).

Проводили промораживание растений при минус 22° С, чтобы установить наличие среди изучаемых образцов высокоморозостойких, способных выдерживать такую низкую температуру на узле кущения. В среднем за 3 года исследований количество сохранившихся растений сортов варьировала от 4,2 до 40,1 %. Необходимо отметить образцы селекции

«АНЦ «Донской»: Дон 107, Донская безостая, Аскет, Вольница и Полина (более 30% сохранившихся растений в среднем за 3 года исследований).

#### 4.1.2 Донской метод (метод пучков) определения морозостойкости растений

Сущность метода заключается в том, что растения промораживают не в почве, а освобожденными от земли и собранными в пучки. Это обеспечивает прямое воздействие отрицательной температуры на узлы кущения.

Количество сохранившихся растений изучаемых образцов (температура промораживания минус 19° С) изменялось от 17,5 до 55,4 %. Установлено, что высокую морозостойкость в пучках показали сорта: Полина (44,5 %), Вольница (47,3 %), Аскет (49,6 %), Вольный Дон (50,8 %), Донская безостая (50,8 %) и Дон 107 (55,4 %). Минимальное число живых растений в годы исследования (НСР<sub>05</sub> 7 %) отмечено у образцов Таня (23,9 %), Лилит (19,2 %) и Капризуля (17,5 %). При температуре минус 20° С в среднем по исследуемым сортам морозостойкость растений была близка к 25,4 % (рисунок 3).

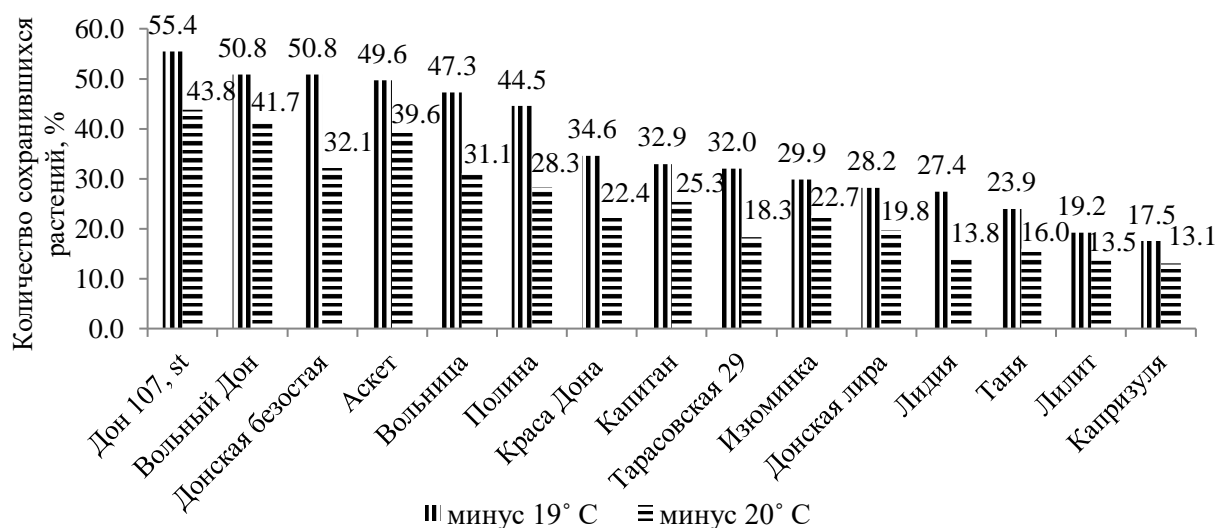


Рисунок 3 – Количество сохранившихся растений сортов озимой мягкой пшеницы при использовании Донского метода (температура промораживания минус 19°, 20° С), 2014-2016 гг.

Размах варьирования находился в пределах от 13,1 до 43,8 %. Достоверно превысили классификатор Тарасовская 29 (НСР<sub>05</sub> 8,2 %) сорта: Полина (28,3 %), Вольница (31,1 %) Донская безостая (32,1 %), Аскет (39,6 %), Вольный Дон (41,7 %) и Дон 107 (43,8 %).

#### 4.1.3 Оценка морозостойкости в стеллажах

Одной из форм применения провокационного фона при оценке морозостойкости растений является использование стеллажей. Метод оценки морозостойкости озимых культур на стеллажах обеспечивает надежное получение результатов в годы с достаточной напряженностью температурного фактора.

В период исследований только после зимы 2014-2015 годов нам удалось провести дифференциацию сортов по степени морозостойкости. Несмотря на то, что зимний период обладал повышенным температурным режимом, минимальная температура воздуха составила минус 25,8° С, на почве – минус 34,7° С. Количество сохранившихся растений сорта озимой пшеницы Тарасовская 29 составило 16,7 % (рисунок 4).

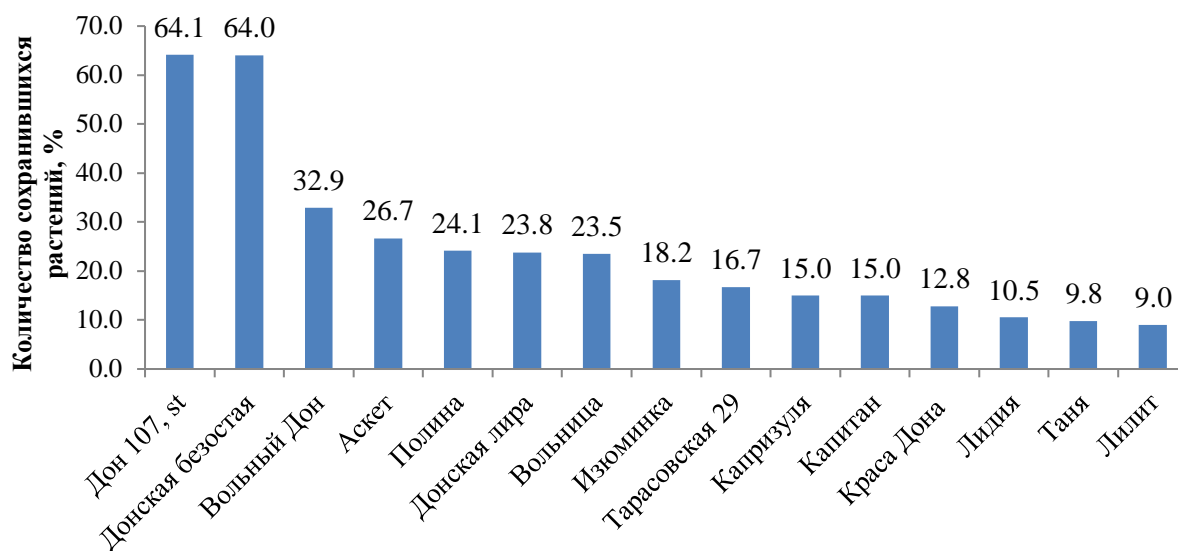


Рисунок 4 – Количество сохранившихся растений сортов озимой мягкой пшеницы в стеллажах, 2015 г.

Менее 10 % живых растений сохранилось у образцов Лилит (9 %) и Таня (9,8 %). Максимальное количество живых растений, выращенных в стеллажах, отмечено у двух сортов: Дон 107 (64,1 %) и Донская безостая (64,0 %). Следует отметить сорта с сохранившимися растениями более 20 %: Вольный Дон (32,9 %), Аскет (26,7 %), Полина (24,1 %), Донская лира (23,8 %) и Вольница (23,5 %).

## 4.2 Косвенные методы оценки морозостойкости растений озимой мягкой пшеницы

### 4.2.1 Определение содержания свободного пролина в растениях озимой мягкой пшеницы до и после охлаждения

Для предотвращения повреждений, а также гибели от воздействия низких отрицательных температур озимые растения формируют комплекс ответных реакций на действие мороза. При стрессирующих воздействиях в клетках растительных организмов активируется синтез белков стресса, возрастает содержание растворимых углеводов, стабилизирующих цитоплазму, а также свободной аминокислоты пролина. При низких отрицательных температурах она выполняет функцию осмотического протектора, препятствуя образованию кристаллов льда в клетках.

Заметное увеличение содержания свободного пролина в различных органах растений при стрессах позволяет использовать этот метод в качестве биохимического маркера в защитных реакциях растений.

Содержание свободного пролина до охлаждения в листьях исследуемых образцов варьировало от 277,4 до 285,4 мкг/г.

После охлаждения чашек Петри с проростками произошло увеличение содержания аминокислоты в листьях изучаемых образцов (рисунок 5).

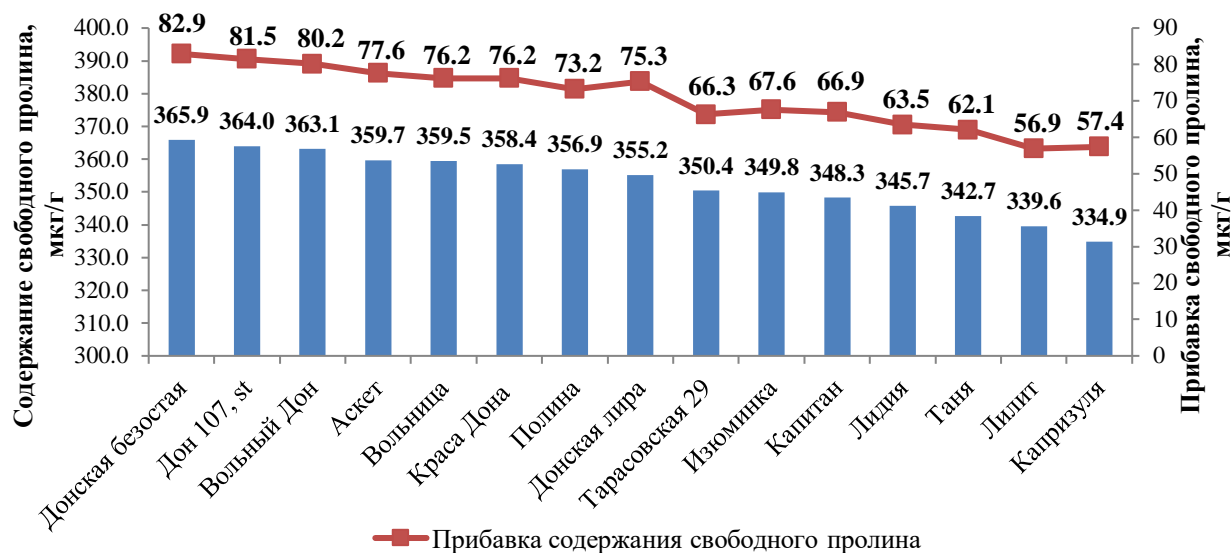


Рисунок 5 – Содержание и прибавка свободного пролина в листьях сортов озимой мягкой пшеницы после охлаждения, 2014-2016 гг.

Концентрация свободного пролина изменялась от 334,9 мкг/г (Капризуля) до 365,9 мкг/г (Донская безостая). Достоверно превысил Тарасовскую 29 (НСР<sub>05</sub> 13,5 мкг/г) высокоморозостойкий сорт озимой мягкой пшеницы Дон 107 (364,0 мкг/г). Необходимо отметить такие образцы, как Донская лира (355,2 мкг/г), Полина (356,9 мкг/г), Краса Дона (358,4 мкг/г), Вольница (359,5 мкг/г) Аскет (359,7 мкг/г) и Вольный Дон (363,1 мкг/г), которые имеют повышенное содержание свободного пролина.

Минимальная прибавка данной аминокислоты после охлаждения отмечена у сорта Лилит (56,9 мкг/г). Достоверно превысили сорт-классификатор 3 образца: Донская безостая (82,9 мкг/г), Дон 107 (81,5 мкг/г) и Вольный Дон (80,2 мкг/г). Стоит отметить сорта с прибавкой более 70 мкг/г: Полина (73,2 мкг/г) Донская лира (75,3 мкг/г), Краса Дона (76,2 мкг/г), Вольница (76,2 мкг/г) и Аскет (77,6 мкг/г).

#### 4.2.2 Изменение содержания свободного пролина в осенне-зимне-весенний периоды (полевой опыт)

В зимний период 2014-2015 года заморозки чередовались с оттепелями. Это явление повлияло на содержание свободного пролина в листьях озимой пшеницы. Максимальные концентрации отмечены в начале (1 декабря) в среднем 759,9 мкг/г и конце зимы (19 февраля) 780,8 мкг/г при низкой (до минус 15° С) температуре воздуха (рисунок 6).



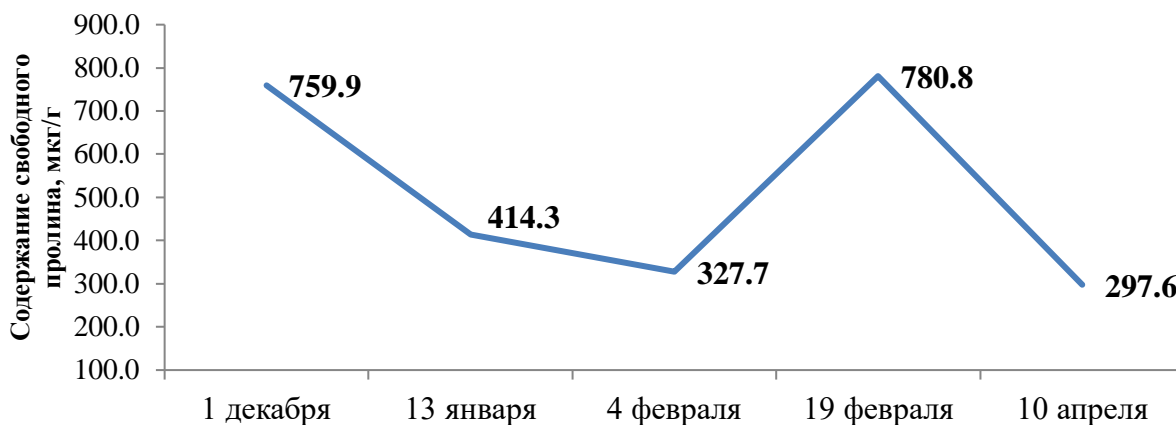


Рисунок 6 – Среднее содержание свободного пролина в осенне-зимне-весенний периоды, 2014-2015 г.

В периоды с оттепелями наблюдались значительные снижения концентрации свободного пролина в листьях озимой пшеницы до минимальных значений (297,6 мкг/г) в устойчиво теплую погоду (10 апреля).

В 2015-2016 году максимальные значения содержания свободного пролина были отмечены в начале и середине зимы (рисунок 7).

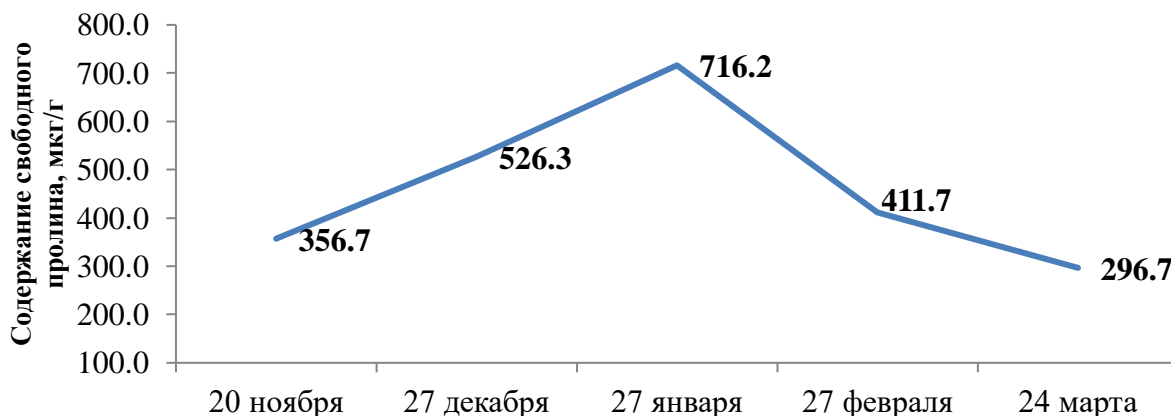


Рисунок 7 – Среднее содержание свободного пролина в осенне-зимне-весенний периоды, 2015-2016 г.

К концу зимнего периода при снижении морозостойкости озимой пшеницы произошло уменьшение концентрации свободного пролина в листьях озимой пшеницы. Минимальные значения в этом году также отмечены в устойчиво теплую погоду.

#### 4.3 Корреляционные связи прямых и косвенных методов оценки морозостойкости

Установлено, что ни один из косвенных методов определения устойчивости к воздействию какого-либо стрессора не может полностью заменить использование прямых способов оценки.

Корреляционные связи между значениями прямых и косвенных методов оценки представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Корреляционные связи между значениями прямых и косвенных методов оценки морозостойкости, 2014-2016 гг.

| Коррелируемые признаки          | Морозостойкость (ящики) | Морозостойкость (Донской метод) | Морозостойкость (стеллажи) | Пролин (до охлаждения) | Пролин (после охлаждения) | Пролин (прибавка) | Пролин (полевой опыт) |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------|
| Морозостойкость (ящики)         | 1,00                    | 0,97*                           | 0,83*                      | 0,49                   | 0,94*                     | 0,93*             | 0,95*                 |
| Морозостойкость (Донской метод) |                         | 1,00                            | 0,76*                      | 0,50                   | 0,90*                     | 0,90*             | 0,95*                 |
| Морозостойкость (стеллажи)      |                         |                                 | 1,00                       | 0,24                   | 0,74*                     | 0,76*             | 0,71*                 |
| Пролин (до охлаждения)          |                         |                                 |                            | 1,00                   | 0,55                      | 0,41              | 0,48                  |
| Пролин (после охлаждения)       |                         |                                 |                            |                        | 1,00                      | 0,99*             | 0,94*                 |
| Пролин (прибавка)               |                         |                                 |                            |                        |                           | 1,00              | 0,94*                 |
| Пролин (полевой опыт)           |                         |                                 |                            |                        |                           |                   | 1,00                  |

\* - достоверно на 5%-ом уровне значимости

По результатам корреляционного анализа получены следующие результаты: морозостойкость растений, замороженных в посевных ящиках, имеет сильную положительную связь с прямыми способами оценки: Донской метод ( $r = 0,97 \pm 0,03$ ), морозостойкость в стеллажах ( $r = 0,83 \pm 0,14$ ).

Между Донским способом оценки и морозостойкостью в стеллажах также наблюдается достоверная связь, коэффициент корреляции составил  $0,76 \pm 0,15$ .

Содержание свободного пролина после охлаждения имеет высокие корреляционные связи со способами определения морозостойкости: морозостойкость (ящики)  $r = 0,94 \pm 0,06$ , морозостойкость (Донской метод)  $r = 0,90 \pm 0,10$ , морозостойкость (стеллаж)  $r = 0,74 \pm 0,17$ .

Содержание свободного пролина в осенне-зимне-весенний периоды (полевой опыт) также имеет сильные достоверные связи как с различными методами определения морозостойкости, так и с содержанием и прибавкой свободного пролина после охлаждения: морозостойкость (ящики)  $r = 0,95 \pm 0,05$ , морозостойкость (Донской метод)  $r = 0,95 \pm 0,05$ , морозостойкость (стеллажи)  $r = 0,71 \pm 0,18$ , содержание свободного пролина после охлаждения  $r = 0,94 \pm 0,06$ , прибавка свободного пролина после охлаждения  $r = 0,94 \pm 0,06$ .

#### **4.4 Взаимосвязь морозостойкости с засухоустойчивостью, степенью поражения болезнями и качеством зерна сортов озимой мягкой пшеницы**

В результате проведенных лабораторных исследований и вегетационного опыта установлено, что выделившиеся по морозостойкости сорта показали и высокую засухоустойчивость (таблица 8).

Таблица 8 – Характеристика сортов озимой мягкой пшеницы по морозостойкости, засухоустойчивости и продуктивности, 2014-2016 гг.

| Сорт              | Морозостойкость*, % | Засухоустойчивость, %<br>(концентрация раствора осмотика 16 атм.) | И.К.У. | Урожайность («засушник»), г/м <sup>2</sup> |          | Урожайность, в % к контролю |
|-------------------|---------------------|---|--------|--|----------|-----------------------------|
|                   |                     |   |        | опыт                                       | контроль |                             |
| Дон 107, st       | 83,8                | 81,9  | 247,7  | 175,1                                      | 256,3    | 68,3                        |
| Капитан           | 61,7                | 67,7  | 203,4  | 166,4                                      | 288,5    | 57,7                        |
| Изюминка          | 63,0                | 76,2  | 229,0  | 174,9                                      | 316,8    | 55,2                        |
| Краса Дона        | 66,7                | 81,2  | 240,1  | 175,0                                      | 269,0    | 66,5                        |
| Аскет             | 78,1                | 90,3  | 281,4  | 197,9                                      | 345,2    | 57,3                        |
| Лидия             | 62,1                | 78,1  | 244,1  | 153,7                                      | 295,7    | 52,0                        |
| Вольница          | 76,0                | 76,6  | 243,1  | 157,5                                      | 279,6    | 56,3                        |
| Вольный Дон       | 78,3                | 76,9  | 243,5  | 155,6                                      | 267,4    | 58,2                        |
| Полина            | 72,3                | 66,3  | 225,6  | 250,2                                      | 463,6    | 54,0                        |
| Лилит             | 58,4                | 67,4  | 214,5  | 166,9                                      | 304,0    | 54,9                        |
| НСР <sub>05</sub> | 14,1                | 7,8   | 22,4   | 17,2                                       | 57,3     | 5,0                         |

\*промораживание растений озимой пшеницы, выращенных в посевных ящиках, в камере КНТ-1 при температуре минус 20° С

По лабораторному опыту на растворах осмотика (сахароза) наиболее морозостойкие сорта Дон 107, Аскет, Краса Дона, Вольница и Вольный Дон показали и более высокую засухоустойчивость в начальной фазе развития.

Индекс комплексной устойчивости (И.К.У.) – это способность растений переносить обезвоживание и перегрев. Высокое значение И.К.У. зафиксировано в следующих сортах: Дон 107, Краса Дона, Аскет, Лидия, Вольница и Вольный Дон (240,1 – 281,4), что указывает на повышенную засухоустойчивость и жаростойкость вышеперечисленных образцов.

По урожайности отмечено, что морозостойкие и засухоустойчивые сорта (Дон 107 и Аскет) формируют высокую продуктивность на 1 м<sup>2</sup>: Дон 107 (175 г/м<sup>2</sup>) и Аскет (197,9 г/м<sup>2</sup>). В сравнении с контролем наименьшее снижение урожайности отмечено в сортах Дон 107 (на 31,7 %), Краса Дона (на 33,9 %) Вольный Дон (на 41,8 %), Капитан (на 42,3 %), Аскет (на 42,7 %) и Вольница (на 43,7 %).

Необходимо отметить сорт Аскет, сочетающий высокую морозостойкость (78,1 %) с низкой поражаемостью бурой ржавчиной (0-5 %), Вольница – высокая морозостойкость (76,0 %) и низкая поражаемость мучнистой росой (1,0 балл). Особое внимание стоит уделить новому образцу, переданному на государственное сортоиспытание в 2017 году – Полина. Данный сорт сочетает высокую морозостойкость (72,3 %) и низкую поражаемость основными болезнями: бурая ржавчина (5-10 %), мучнистая роса (1,0 балл).

Большинство изучаемых образцов, за исключением Дон 107, Изюминка, Краса Дона и Лилит, имеют значение содержания белка в зерне более 13 %. Стоит отметить, такие сорта, как, Аскет и Вольница которые сочетают высокую морозостойкость и хорошее качество зерна: Аскет

(содержание белка 13,80 %, клейковины 28,9 %), Вольница (содержание белка 13,87 %, клейковины 25,6 %).

Таким образом, по результатам проведенных исследований выделены сорта (Аскет, Вольница, Вольный Дон и Полина), сочетающие в себе высокую морозостойкость с повышенной засухоустойчивостью, низкой степенью поражения растений основными листовыми болезнями и хорошим качеством зерна.

#### 4.5 Анализ наследования морозостойкости в F1 и F2

Были проведены скрещивания контрастных по морозостойкости форм. Использовались высокоморозостойкие сорта селекции «АНЦ «Донской» Дон 107, Аскет и слабоморозостойкие французские образцы Дагмар и СО 911. При температуре промораживания минус 19° С родительские формы имели следующую морозостойкость: Дон 107 – 88,0 %, Аскет – 88,5 %, СО 911 – 5 %, Дагмар – 0 %. Искусственное промораживание растений при температуре минус 19° С показало, что гетерозис у гибридов первого поколения при скрещивании высокоморозостойких форм со слабоморозостойкими не проявляется (таблица 9).

Таблица 9 – Типы наследования морозостойкости у гибридов озимой мягкой пшеницы первого поколения

| Комбинация       | Количество сохранившихся растений (t проморозки – минус 19° С), % |      |      | hp    |
|------------------|---|------|------|-------|
|                  | P1  | F1   | P2   |       |
| Дон 107 x СО 911 | 88  | 10   | 5    | -0,88 |
| СО 911 x Дон 107 | 5   | 16,2 | 88   | -0,73 |
| Аскет x Дагмар   | 88,5  | 34,4 | 0    | -0,22 |
| Дагмар x Аскет   | 0   | 41,4 | 88,5 | -0,06 |
| СО 911 x Аскет   | 5   | 10,6 | 88,5 | -0,87 |
| Дагмар x Дон 107 | 0   | 50   | 88   | 0,14  |

P1 – первая родительская форма; P2 – вторая родительская форма; F1 – гибрид первого поколения; hp – степень фенотипического доминирования;

Морозостойкость гибридов первого поколения, полученных от прямых и обратных скрещиваний, в основном наследуется по типу доминирования меньшего значения признака и в меньшей степени встречается частичное доминирование более морозостойкого родителя.

При промораживании гибридов второго поколения родительские формы имели следующее количество сохранившихся растений: Дон 107 – 90,5 %, Аскет – 82,5 %, СО 911 – 8,5 %, Дагмар – 0,8 %. Морозостойкость гибридов в прямых и обратных скрещиваниях варьировала от 10,6 до 65,0 %. В комбинациях Дон 107 x СО 911 и СО 911 x Дон 107 наблюдалось доминирование меньшего значения (hp -0,95 и -0,54). У гибрида Аскет x Дагмар после проморозки сохранилось 32,5 % живых растений и степень фенотипического доминирования составила -0,22, то есть доминирует значение меньшего родителя (таблица 10).

Таблица 10 – Типы наследования морозостойкости у гибридов озимой мягкой пшеницы второго поколения

| Гибрид           | Количество сохранившихся растений<br>(t проморозки – минус 19° С), % |      |      | hp    |
|------------------|--|------|------|-------|
|                  | P1   | F2   | P2   |       |
| Дон 107 x CO 911 | 90,5   | 10,6 | 8,5  | -0,95 |
| CO 911 x Дон 107 | 8,5  | 27,5 | 90,5 | -0,54 |
| Аскет x Дагмар   | 82,5   | 32,5 | 0,8  | -0,22 |
| Дагмар x Аскет   | 0,8  | 55,0 | 82,5 | 0,34  |
| CO 911 x Аскет   | 8,5  | 17,5 | 82,5 | -0,76 |
| Дагмар x Дон 107 | 0,8  | 65,0 | 90,5 | 0,43  |

В обратной комбинации Дагмар x Аскет выявлено частичное доминирование большего значения признака (hp 0,34), морозостойкость составила 55 %. Количество сохранившихся растений у гибрида CO 911 x Аскет было равно 17,5 %, наблюдалось доминирование меньшего значения (степень фенотипического доминирования hp -0,76). Среди гибридов второго поколения максимальная морозостойкость так же как и в первом поколении была отмечена в комбинации Дагмар x Дон 107 (65,0 %). Выявлено доминирование большего значения признака (hp 0,43).

Анализируя устойчивость гибридных популяций первого и второго поколения можно сделать вывод, что для получения более морозостойких форм в качестве отцовской особи необходимо использовать высокоморозостойкие сорта озимой мягкой пшеницы.

## Глава 5. Характеристика и экономическая оценка эффективности новых сортов озимой мягкой пшеницы Вольница, Вольный Дон и Полина

В процессе исследований были созданы и переданы на Государственное сортоиспытание 3 новых сорта озимой мягкой пшеницы:

- **Вольница** – крупнозерный сорт универсального типа, сочетающий высокую морозостойкость, засухоустойчивость и устойчивость к основным болезням с высоким качеством зерна.

- **Вольный Дон** – сочетает высокую зерновую продуктивность, морозостойкость, экологическую пластичность и хорошее качество зерна.

- **Полина** – сорт универсального типа, сочетающий высокую зерновую продуктивность с высокой засухоустойчивостью и морозостойкостью, обладает устойчивостью к основным болезням.

Анализ экономической эффективности новых сортов озимой мягкой пшеницы показал, что возделывание их рентабельно. Экономический эффект от их внедрения за счет урожайности составил: Вольный Дон (8000 руб./га), Вольница (7310 руб./га), Полина (6040 руб./га). Рентабельность стандартного сорта находится на уровне 93,4 %. У новых сортов он составил от 112,5 до 117,9 %. Это показывает экономическую эффективность их возделывания.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. По результатам изучения 80 сортов различного эколого-географического происхождения выделены источники хозяйственно-ценных признаков: с высокой морозостойкостью (Донская безостая, Дон 107, Аскет, Вольница, Вольный Дон и Полина); обладающие короткостебельностью (СО 1044, СО 911 и Гром); устойчивостью к полеганию (Гурт, Антонина, Алтиго, СО 1044, СО 911 и Настя); скороспелостью (Станичная и Борвий); высокой продуктивностью (Доля, Лауреат, СО 1044, Чорнява, СО 911, Юка, Гурт, Дагмар и др.); высоким содержанием белка (Аксинья и Находка); высоким содержанием клейковины (Аксинья и Аскет); высокими хлебопекарными свойствами (Аксинья, Аскет, Курень и Апаш).

2. Наибольшая морозостойкость (с использованием камеры КНТ-1, посевные ящики) при температурах проморозки минус 19°, 20°, 21°, 22° С отмечена у сортов Донская безостая, Дон 107, Аскет, Вольница, Вольный Дон и Полина. Величина сохранности растений составила от 32,0 до 91,5 %.

3. Высокая морозостойкость при использовании донского метода (температуры проморозки минус 19°, 20° С) отмечена у сортов Дон 107, Донская безостая, Аскет, Вольница, Вольный Дон и Полина. Сохранность этих образцов варьировала от 31,1 до 55,4%.

4. Установлены максимальные значения количества сохранившихся растений при использовании метода стеллажей у следующих сортов: Дон 107 (64,1 %) и Донская безостая (64,0%).

5. Более морозостойкие сорта, такие как Дон 107, Донская безостая, Аскет, Краса Дона, Вольница, Вольный Дон, Полина и Донская лира в среднем накапливали больше свободного пролина в лабораторном и полевом опытах.

6. Установлено, что изменение содержания свободного пролина в листьях имеет сильные достоверные связи с различными методами определения морозостойкости: морозостойкость в ящиках –  $r=0,94\pm 0,06$ , морозостойкость (Донской метод) –  $r=0,90\pm 0,10$  и морозостойкость в стеллажах –  $r=0,74\pm 0,17$ .

7. Отмечено, что выделившиеся по морозостойкости сорта такие как Дон 107, Аскет, Вольница, Вольный Дон и Краса Дона имели высокую засухоустойчивость в начальные фазы органогенеза. Засухоустойчивость этих образцов (на растворах осмотика 16 атм.) составила: 81,9; 90,3; 76,6; 76,9; 81,2 % соответственно.

8. Установлено, что выделившиеся по морозостойкости сорта показали и высокую засухоустойчивость, сформировав в условиях провокационного фона («засушник») максимальную урожайность: Дон 107 – 175,1 г/м<sup>2</sup>, Аскет – 197,9 г/м<sup>2</sup>, Краса Дона – 175,0 г/м<sup>2</sup> и Полина – 250,2 г/м<sup>2</sup>.

9. Экспериментально доказано, что высокая морозостойкость контролируется доминантными факторами, а низкая – рецессивными. Для получения более морозостойких гибридов в качестве отцовской формы

необходимо использовать высокоморозостойкие сорта озимой мягкой пшеницы.

10. Созданы и переданы на Государственное сортоиспытание 3 новых сорта озимой мягкой пшеницы Вольница, Вольный Дон и Полина.

11. Экономический эффект возделывания новых морозостойких сортов озимой мягкой пшеницы Вольный Дон, Вольница и Полина составляет в среднем 7117 руб./га без учета их более высоких качественных характеристик.

### **ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКЕ И ПРОИЗВОДСТВУ**

1. В качестве генетических источников морозостойкости использовать в селекционных программах сорта озимой мягкой пшеницы Аскет, Полина, Дон 107, Вольница и Вольный Дон.

2. Рекомендовать более широко использовать для стабильного производства зерна озимой мягкой пшеницы в регионах с критическими отрицательными температурами в зимний период и часто повторяющимися засухами следующие сорта: Аскет, Дон 107 и Краса Дона.

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

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

1. **Иванисов, М.М.** Морозостойкость озимой пшеницы / Е.В. Ионова, М.М. Иванисов // *Зерновое хозяйство России*. – 2014. – №4 (34). – С. 36-40.

2. **Иванисов, М.М.** Изучение морозостойкости сортов и линий озимой мягкой пшеницы / М.М. Иванисов, Е.В. Ионова // *Зерновое хозяйство России*. – 2015. – №6. – С. 38-42.

3. **Иванисов, М.М.** Результаты изучения морозостойкости озимой мягкой пшеницы / М.М. Иванисов, Е.В. Ионова // *Зерновое хозяйство России*. – 2017. – № 6 (54). – С. 1-7.

4. **Иванисов, М.М.** Содержание свободного пролина в растениях озимой пшеницы в осенне-зимне-весенний периоды / Е.В. Ионова, М.М. Иванисов // *Зерновое хозяйство России*. – 2017. – № 1 (49). – С. 26-29.

5. **Иванисов, М.М.** Свободный пролин в листьях как показатель определения морозостойкости озимой пшеницы / М.М. Иванисов // *Зерновое хозяйство России*. – 2018. – № 1 (55). – С. 32-35.

6. **Иванисов, М.М.** Изучение сортов озимой мягкой пшеницы по морозостойкости, продуктивности и качеству зерна / М.М. Иванисов, Е.В. Ионова, Д.М. Марченко, И.А. Рыбась, Е.И. Некрасов, Т.А. Гричаникова, И.В. Романюкина // *Таврический вестник аграрной науки*. – 2018. – № 4 (16). – С. 32-41.

**Список статей в рецензируемых изданиях РИНЦ РФ:**

1. **Иванисов, М.М.** Морозостойкость сортов и линий озимой мягкой пшеницы / М.М. Иванисов, Е.В. Ионова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – №9-3(51). – С. 110-113.

**Статьи в сборниках:**

1. **Иванисов, М.М.** Использование метода определения свободного пролина при оценке морозостойкости сортов озимой пшеницы / М.М. Иванисов, Е.В. Ионова // Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства.: Международный саммит молодых учёных : материалы конф. (Краснодар, 26-30 июля 2016 г.). ФГБНУ "Всероссийский научно - исследовательский институт риса". – Краснодар – 2016. – С. 58-62.

**Интеллектуальная собственность:**

1. Заявка № 71936/8260594 дата приоритета 26.12.2016г. на сорт озимой мягкой пшеницы Вольница / Гричаникова Т.А., Марченко Д.М., Романюкина И.В., Рыбась И.А., Некрасов Е.И., Иванисов М.М., Скрипка О.В., Самофалов А.П., Подгорный С.В., Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П., Дубинина О.А., Филенко Г.А., Анисимова Н.Н., Васюшкина Н.Е.

2. Заявка № 71933/8260593 дата приоритета 26.12.2016г. на сорт озимой мягкой пшеницы Вольный Дон / Гричаникова Т.А., Марченко Д.М., Романюкина И.В., Рыбась И.А., Некрасов Е.И., Иванисов М.М., Скрипка О.В., Самофалов А.П., Подгорный С.В., Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П., Дубинина О.А., Фирсова Т.И., Ионова Е.В., Копусь М.М.

3. Заявка № 74702/8262622 дата приоритета 11.12.2017г. на сорт озимой мягкой пшеницы Полина / Гричаникова Т.А., Марченко Д.М., Романюкина И.В., Рыбась И.А., Некрасов Е.И., Иванисов М.М., Скрипка О.В., Самофалов А.П., Самофалова Н.Е., Подгорный С.В., Иличкина Н.П., Дубинина О.А., Дёрова Т.Г., Ионова Е.В., Кравченко Н.С.

Подписано в печать 14.03.2019 г.

Формат 60x84/16. Усл. п. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 8

Отдел информационных технологий и издательской деятельности  
Азово-Черноморского инженерного института

ФГБОУ ВО Донской ГАУ

347740, г. Зерноград, Ростовской области, ул. Советская, 15.