

На правах рукописи



Гуенкова Елена Анатольевна

СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ
СОЗДАНИИ СОРТОВ ДВУРУЧЕК МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Специальность 06.01.05 – Селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2021

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» (ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко).

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
академик РАН, профессор
Беспалова Людмила Андреевна

Официальные оппоненты: **Зеленцов Сергей Викторович**, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН; ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», заведующий отделом сои.

Дубина Елена Викторовна, доктор биологических наук, ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», заведующая лабораторией информационных, цифровых и биотехнологий

Ведущее предприятие: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Аграрный научный центр "Донской"

Защита состоится 02.12.2021 г. в 11:00 на заседании диссертационного совета Д 220.038.03, созданного на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», по адресу: 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13 (главный корпус, 2 этаж, ауд. 209), тел./факс (8-861) 221-58-61.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке и на сайтах: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» <http://www.kubsau.ru> и ВАК–<https://vak.minobrnauki.gov.ru/main>.

Автореферат разослан «08» ноября 2021 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор биологических наук, профессор

Л.В. Цаценко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Наиболее сложная задача селекции состоит в создании сортов, сочетающих высокую потенциальную продуктивность и качество зерна с надежной устойчивостью к неблагоприятным факторам среды. К наиболее опасным для мягкой пшеницы факторам окружающей среды относятся засухи в осенний период и сильные морозы в зимне-весеннее время. Участвовавшие в последнее время, осенние засухи во время оптимальных сроков посева приводят к неравномерности всходов. Это не позволяет сортам пшеницы входить в зимний период в хорошем состоянии кущения, снижая тем самым потенциал продуктивности. Зимостойкость озимых культур в значительной степени зависит от длительности стадии яровизации и чувствительности к продолжительности дня. При этом сорта с высокой морозостойкостью имеют более глубокий покой и не реагируют на зимние оттепели. Сорта альтернативного образа жизни, отличаются высоким уровнем пластичности и способны использовать эти оттепели для накопления биомассы, даже при поздних сроках посева, благодаря чему обладают более высокой продуктивностью. В результате селекции в нашем институте были созданы сорта, сочетающие короткий период яровизации и меньшую чувствительность к длине дня со средней морозостойкостью и высокой продуктивностью. Районированные в Краснодарском крае сорта Русса, Дельта, Купава, Половчанка показали, что они обладают высоким потенциалом зерновой продуктивности как при осеннем посеве, так и при посеве в ранние весенние сроки, что позволяет их использовать не только в качестве страховых культур в случае наступления критических температур в зимний период и гибели озимых сортов, но и в полноценных посевах для расширения зернового клина.

Степень разработанности темы. Пшеницы двуручки с давних пор известны практикам сельского хозяйства южных регионов. В отечественной литературе в начале XX века отмечалось их присутствие на юге России, Украине. Исследователь И.Ф. Лященко обнаружил «высочки» при посеве весной озимых пшениц Киргизии и Армении, которые при дальнейшем изучении проявили себя как «настоящие» двуручки. П.П. Лукьяненко при переделке озимой пшеницы сорта Ворошиловская получил весной растения двуручки, колосившиеся в условиях Краснодарского края весной и осенью. Селекционное значение пшениц двуручек велико, так как их биология развития и генетическая структура объединяют наследственные факторы озимости и яровости. Среди образцов мировой коллекции имеются формы, устойчивые к засухе, холоду и жаре. Это несомненно указывает на то, что они могут служить ценным исходным материалом для селекции пшениц двуручек.

Цель исследований: научно обосновать и разработать новые подходы для эффективного создания нового исходного материала и на его основе высокопродуктивных сортов альтернативного образа жизни.

Задачи исследований:

1. Оценить влияние основных источников варьирования (среда, генотип, генотип-среда) на тип развития у потенциальных источников нового исходного материала альтернативного образа жизни.

2. Изучить зависимость степени проявления хозяйственно-важных признаков от сроков посева и продолжительности периода «всходы-колошение».

3. Фенотипировать и генотипировать исходный материал по его реакции на длину дня и яровизирующие температуры.

4. Получить гибриды по системе топкроссов на основе сортов, различающихся по типу развития, определить степень фенотипического доминирования, общую и специфическую комбинационную способность по продолжительности периода «всходы-колошение».

5. Провести сравнительный анализ влияния гаплотипов гибридов на образ жизни.

6. Охарактеризовать селекционную ценность родительских форм разных экотипов и типов развития для создания исходного материала.

7. Изучить эффективность различных типов скрещиваний для отбора генотипов альтернативного образа жизни.

8. Создать высокопродуктивные сорта мягкой пшеницы альтернативного образа жизни.

9. Оценить пластичность и стабильность по урожайности различных гаплотипов новых сортов двуручек.

Научная новизна исследований:

– впервые оценено влияние основных источников варьирования на образ жизни, продолжительность периода «всходы-колошение» и хозяйственно-важные признаки пшеницы;

– определены тип развития, общая и специфическая комбинационная способность гибридов, полученных с участием образцов пшеницы различного образа жизни;

– впервые дан сравнительный анализ эффективности фенотипирования и генотипирования для идентификации образа жизни у гибридов и родительских форм;

– показана селекционная ценность сортов различных экотипов озимого, ярового и альтернативного образа жизни, как исходного материала при создании сортов двуручек;

– выявлена эффективность различных типов скрещиваний для отбора высокопродуктивных сортов двуручек;

– впервые оценена пластичность и стабильность различных гаплотипов сортов двуручек;

– созданы сорта двуручки и яровые, допущенные к использованию и проходящие Государственное сортоиспытание.

Методология и методы исследований. Для планирования и проведения исследований использовались информационные издания, монографии, статьи и книги специализированной научной тематики и другие материалы. Для изучения наследования образа жизни и хозяйственно-ценных признаков проведены скрещивания по схеме топкроссов между озимыми и яровыми сортами и линиями мягкой пшеницы, выбранными для изучения. Исследования проводились полевым и лабораторным методами. Во время вегетации по методике Госсортоиспытания проводились фенологические наблюдения.

Экспериментальные данные обрабатывали с помощью методов биометрической статистики. Для расчета степени фенотипического доминирования

(Hр) использовали формулу G.M. Veil и R.E. Atkins. Коэффициенты вариации признаков рассчитывались с использованием пакета программ Microsoft Excel. Оценку эффективности различных типов скрещивания проводили путем сравнения корреляционных связей образа жизни в F₂ и F₃ с комплексом хозяйственно-ценных признаков и подсчетом выхода селекционно-ценных форм в последующих поколениях. Статистическую обработку опытных данных с использованием пакета статистического анализа данных приложений Microsoft Excel 2010 и ANOVA 1 с интерпретацией полученных результатов в изложении Доспехова Б.А.

Положения диссертационной работы, выносимые на защиту:

Особенности наследования образа жизни и продолжительности периода «всходы-колошение» в гибридных комбинациях первого и второго поколений в контрастных по агроклиматическим условиям лет исследований;

Сравнительный анализ эффективности фенотипирования и генотипирования для идентификации селекционного материала по образу жизни;

Новые сорта пшеницы альтернативного и ярового образа жизни, созданный исходный материал;

Пластичность и стабильность сортов пшеницы с различным гаплотипом по генам Vrn и Ppd.

Степень достоверности и апробация работы.

Степень достоверности подтверждается изучением большого по объему, генетическому и биологическому разнообразию исходного и селекционного материала. Получены и статистически обработаны большие базы экспериментальных данных, полученных в ходе полевых и лабораторных опытов в течение двадцати лет исследований. Анализ полученных данных послужил методической основой для создания сортов двуручек и яровых пшениц, допущенных к использованию и перспективных для селекционной практики.

Основные результаты работы докладывались на заседаниях методического совета отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале ФГБНУ «НЦЗ имени П.П. Лукьяненко» (2001-2019 гг.); V региональной научно-практической конференции молодых ученых "Научное обеспечение агропромышленного комплекса" в КубГАУ (2003 г.); Международной конференции, посвященной 50-летию создания сорта озимой мягкой пшеницы Безостая 1 (2005 г.); VIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 110-летию Варухи П.Ф. (2014 г.); Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию профессора Омарова Д.С. (2014 г.); VI Съезде Вавиловского общества генетиков и селекционеров и ассоциированных генетических симпозиумах (2014 г.); Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию Куркиева У.К. (2017 г.); Всероссийской научно-практической конференции Кубанского отделения ВОГиС (2018 г.); VII съезде Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвященном 100-летию кафедры генетики СПбГУ, и ассоциированных симпозиумах (2019 г.).

Публикация результатов исследований. Соискателем опубликовано 34 научные работы, в том числе 6 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. На созданные в соавторстве районированные сорта альтернативного образа жизни Ласточка, Афина, Анка, Велена, Веха, Караван и ярового – Курьер получены

патенты и авторские свидетельства. Сорты двуручки – Лео, Вызов и яровые – Тая, Кулич и Данко проходят Государственное сортоиспытание.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 180 листах машинописного текста, состоит из введения, пяти глав, заключения и предложений для селекционной практики и производства и 13 приложений. Список литературных источников включает 224 наименования, в том числе 61 на иностранном языке. Иллюстрированный материал представлен на 78 таблицах и четырех рисунках.

Личный вклад автора. Диссертационная работа выполнена лично автором. Соискатель принимала непосредственное участие в планировании и проведении научных экспериментов: полевых, лабораторных и закрытого грунта, в получении исходных баз данных, их обработке и интерпретации.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ. Во введении обоснованы актуальность темы, цель и задачи исследований, научная новизна и практическая значимость.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. В данной главе представлен анализ отечественной и иностранной научной литературы по изучаемым вопросам. Приведена история интереса научного сообщества к пшеницам альтернативного образа жизни, описаны различные генетические системы, контролирующие яровизацию и чувствительность к фотопериоду у мягкой пшеницы и их использование отечественными и иностранными исследователями для создания новых сортов озимой и яровой мягкой пшеницы, а также сортов двуручек.

Глава 2. УСЛОВИЯ, ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ. Экспериментальная часть работы выполнена в 2001-2019 годах на опытных полях отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале, расположенных на территории центральной усадьбы ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» в западной части Прикубанского округа г. Краснодара.

Почвы опытных полей представлены западно-предкавказскими легкоглинистыми выщелоченными слабогумусными сверхмощными черноземами, с мощностью гумусового горизонта до 180 см и содержанием гумуса в пахотном слое до 3,26 %. Климат района расположения опытных полей института характеризуется мягкой непродолжительной зимой, длительным безморозным периодом, большой суммой положительных температур за вегетационный период и неравномерным распределением осадков в течение года. Годы проведения исследований имели широкое варьирование по климатическим условиям в сравнении со среднегодовыми значениями, что позволило всесторонне оценить, как исходный материал, так и селекционные образцы на потенциал стабильности формирования хозяйственно-ценных признаков.

Исходный материал и методы исследований. Опытным материалом служили сорта и линии, созданные в отделе селекции и семеноводства пшеницы Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко, а также сорта и селекционные линии, созданные в других научно-исследовательских учреждениях. Первоначально изучалось 25 родительских форм. Изучение проводили на делянках площадью 5 м² в 3х кратной повторности. Норма высева всхожих семян – 500 шт./м².

Для изучения характера наследования образа жизни, и в связи с ним хозяйственно ценных признаков в скрещивания привлекались сорта отличающиеся

по образу жизни: строго озимые, условные двуручки, настоящая двуручка, яровые сорта разного эколого-географического происхождения. Для определения селекционной ценности образцов в отношении формирования двуручек была проведена программа скрещиваний по системе топкроссов. Родительские формы обладали разнообразными доминантными и рецессивными признаками. Материнскими формами служили современные наиболее продуктивные озимые сорта с продолжительным периодом яровизации – Московская 39, Зимородок, со средним периодом яровизации – Половчанка, Купава, с коротким периодом яровизации (условные двуручки) – Дельта, Русса и с очень коротким периодом яровизации (настоящая двуручка) – Л. 897я 23 и яровой сорт Frontana. В качестве отцовских форм использовались: настоящая двуручка Л.897я23, а также яровые сорта разных экологических групп: Омская 9, Линия 500, Саратовская 60, Pastor, VL 1530. Гибридизацию проводили в теплице в марте-апреле 2001 года, а также весной, в гибридном питомнике (с нормой 40 зёрен на 1 м погонный), путём ручной кастрации с последующим опылением твел-методом. Кастрировали 20 колосьев по 20 цветков в каждом, по каждой гибридной комбинации с тем, чтобы иметь не менее 250-300 гибридных семян. Были получены семена 47 гибридных комбинаций. Аналогичная гибридизация была также проведена и в 2003 году.

Учитывая генетическую природу яровых и озимых пшениц, которые резко отличаются по стадиям развития, следует ожидать большого формообразовательного процесса в гибридных поколениях. При проведении опытов основное внимание было уделено исходному материалу и развитию первого поколения гибридов. Изучение родительских форм и гибридов проводилось по предшественнику подсолнечник. Для изучения реакции на длину дня и температуру при прохождении стадии яровизации было заложено восемь сроков посева родительских форм и пять сроков посева гибридов. Для определения фотопериодической чувствительности (ФПЧ) и молекулярного маркирования генов *Vrn* и *Rpd*, в 2008 году был передан материал во Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н.И. Вавилова.

Для молекулярно-генетического анализа геномную ДНК выделяли из свежих листьев растений СТАВ-методом по Bousquet. Для выявления генотипов с доминантными и рецессивными аллелями генов *Rpd-D1* и *Vrn-A1* использовали опубликованные геноспецифичные праймеры. ПЦР-реакцию проводили в термоциклере (BioRad iCycler).

Посев питомника проверки (ПП) фотопериодической чувствительности (ФПЧ) в полевых условиях осуществлялся на орошаемом участке, посев проводили вручную. Классификацию образцов пшеницы по ФПЧ проводили по девяти бальной шкале, где 1 балл – всходы, 3 балла – фаза кущение, 5 баллов – выход в трубку, 7 баллов – более двух междоузлий (стеблевание) и 9 баллов – колошение.

Глава 3. ОЦЕНКА ИЗМЕНЧИВОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

3.1 Влияние климатических условий на продолжительность периода «всходы-колошение» в зависимости от срока посева

В результате проведённых фенологических наблюдений за 2001-2003 гг., было установлено большое влияние погодных условий и генотипа сортов на

продолжительность вегетационного периода, в том числе и на продолжительность периода «всходы-колошение». В зависимости от года исследований продолжительность периода «всходы-колошение» изменялась, и в среднем по родительским формам составила в 2001 г – 196; 2002 г – 186; 2003 г – 196 дней (таблица 1).

Таблица 1 – Продолжительность периода «всходы-колошение» у родительских форм и средняя сумма активных температур при оптимальных сроках посева, 2001-2002 с.-х. год

Продолжительность периода, дней	Сорта	Дата колошения, май	Средняя сумма температур, °С			
			эффективных		активных	
			5,0 и >	дней	> 10,0	дней
Посев 18.10.2001 г.						
185-190	Русса, Frontana	3-4	1112	118	583	45
191-195	Л. 897 я 23, BL 1530, Pastor,	7-10	1185	123	656	50
196-200	Зимородок, Купава, Дельта, Омская 9, Саратовская 60	12-15	1264	127	736	55
201-202	Московская 39, Половчанка, Линия 500	15-17	1326	131	798	58
Посев 28.02.2002 г.						
65-70	Русса, Дельта, Виск рончо, Линия 500	23-24 V	828	68	645	44
71-75	Купава	25-29 V	866	71	683	47
76-80	Frontana, Л. 897 я 23, BL 1530, Pastor, Половчанка, Омская 9, Саратовская 60	30 V – 1VI	965	74	782	50
81-90	Зимородок, Московская 39	11VI	1188	86	1005	62

3.2 Зависимость величины хозяйственно-важных признаков от срока посева и года исследования

Проанализировав полученные данные, можно сделать выводы, что все сорта независимо от образа жизни снижают высоту растений в зависимости от срока посева, но также, и от сложившихся погодных условий в годы испытания. Высокорослые сорта (в основном яровые) в большей степени снижают высоту растений, чем среднерослые и короткостебельные. Обычно высокорослые сорта полегают после выколашивания и во время активного налива зерна, а в условиях достаточной влагообеспеченности и мощного кущения – после выхода в трубку.

В большинстве случаев, в течение трех лет исследований, максимальную потенциальную зерновую продуктивность, формировавшуюся в следствие высокого соотношения продуктивной и общей кустистости, большей длины колоса, максимального числа зерен в колосе, формировали яровые образцы. Но все эти данные получены в среднем по семи срокам посева, где благодаря сложившимся благоприятным зимним условиям, яровые формы не вымерзали и продолжали рост и закладку генеративных органов. Но зима 2002-2003 сельскохозяйственного года показала, благодаря вымерзанию яровых форм, что наибольшие значения потенциальной продуктивности наблюдались у настоящих двуручек.

4. СОЗДАНИЕ И ОЦЕНКА НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ПШЕНИЦ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ

4.1. Норма реакции на яровизирующие температуры и фотопериод

В условиях лабораторного опыта у большинства изученных сортов яровизация ускоряла развитие, как на длинном, так и на коротком дне, за исключением яровых сортов Омская 9, Саратовская 60 и BL 1530. Выявлены источники слабой фотопериодической чувствительности (ФПЧ) и скороспелости: Зимородок, Frontana, BL 1530 и условная двуручка Дельта. Сорты Московская 39, Омская 9 и Саратовская 60 обладают высокой фоточувствительностью (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика образцов мягкой пшеницы по ФПЧ, Пушкинский филиал ВИР, вегетационный опыт, 2008г.

Яровизация, сутки	Сорт	Всходы-колошение, сутки		T ₂ -T ₁	K _{фпч}
		T ₁	T ₂		
0	Московская 39	кущение ¹	кущение ¹	-	-
60		43,9 ± 0,35	77,04 ± 3,27	26,5	1,60
0	Зимородок	выход в трубку ²	кущение ¹	-	-
60		42,4 ± 0,31	45,6 ± 0,18	3,2	1,08
0	Дельта	кущение ¹	кущение ¹	-	-
60		39,8 ± 0,29	42,1 ± 0,45	2,3	1,06
0	Frontana	51,6 ± 0,22	58,9 ± 0,38	7,3	1,14
60		38,2 ± 0,29	40,7 ± 0,40	2,5	1,07
0	Омская 9	42,8 ± 0,49	62,5 ± 1,19	19,7	1,46
60		42,3 ± 0,67	69,9 ± 0,51	18,9	1,45
0	Саратовская 60	38,6 ± 0,40	58,0 ± 1,56	19,4	1,50
60		39,3 ± 0,69	65,7 ± 1,91	26,4	1,67
0	BL 1530	38,9 ± 0,31	44,0 ± 0,99	5,1	1,13
60		38,8 ± 0,43	46,0 ± 1,08	7,2	1,19
0	Безостая 1, ст.	выход в трубку ²	кущение ¹	-	-
60		37,4 ± 0,18	41,0 ± 0,38	3,6	1,10
0	Луро, ст	кущение ¹	кущение ¹	-	-
60		37,9 ± 0,13	39,8 ± 0,22	1,9	1,05

Примечание: 1, 2 – фазы развития

4.2 Генотипирование исходного материала по генам Ppd и Vrn

По результатам молекулярно-маркерного анализа 24 образцов мягкой пшеницы было установлено, что все изученные генотипы несут рецессивный аллель хотя бы одного гена Vrn, за исключением образца BL 1530, поэтому почти у всех генотипов в отсутствие яровизации отмечалось увеличение сроков начала колошения. Отсутствие колошения без яровизации отмечено для генотипов озимых пшениц и условных двуручек, с гаплотипом D-RRR (рецессивные аллели всех генов Vrn), что является ожидаемым фактом. Абсолютным «чемпионом» по скорости выколашивания оказался образец BL 1530, сочетающий доминантные аллели во всех четырех проанализированных генах (D-DDD). В условиях яровизации на коротком дне образцы с гаплотипом R-DDR остаются самой «медлительной» группой по срокам колошения, но при отсутствии яровизации

генотипы R-DDR, опережают по скорости развития остальные сорта, практически не уступая генотипам D-RDR, D-RDD, D-RRR. Генотипы R-RRD, R-RDR, R-RDD относятся к группе пшениц-двуручек, возделывание которых в условиях Краснодарского края может быть оптимальным (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты анализа на выявление аллелей генов Ppd-D-1, Vrn-A-1, Vrn-B-1, Vrn-D-1 с помощью молекулярных маркеров, ВИР, 2008г.

Образец	2D	5A	5B	5D
	Ppd-D-1	Vrn-A-1	Vrn-B-1	Vrn-D-1
Московская 39	D	R	R	R
Зимородок	D	R	R	R
Половчанка	D	R	R	R
6687-12 к	D	R	R	R
Экспромт	D	R	R	R
91 КПМ 115	R	R	R	R
Купава	D	R	R	R
Дельта	D	R	R	R
Русса	D	R	R	R
Л.897я23	D	R	R	D
Frontana	D	R	D	R
Buck poncho	R	R	D	D
Омская 9	D	D	R	R
Саратовская 60	R	D	D	R
Курская 2038	R	D	D/R	R
Линия 500	R	D	D	R
BL 1530	D	D	D	D
Klein Estrella	R	R	D	D
Ellar	R	D	D	R
Lory 82-21-24-1	D	D	D	R
Pastor	R	R	R	R
S -207	D/R	D	D	D/R

Определения по четырем известным маркированным генам недостаточно для полной оценки селекционного материала и для оценки исходного материала был заложен полевой опыт в естественных условиях при сокращающемся световом дне. В полевом опыте при посеве на укорачивающемся световом дне были посеяны 47 гибридов первого поколения. Семь гибридов на момент оценки 1 октября находились в фазе «кущение», в основном это гибриды с озимой материнской формой и отцовской – настоящей двуручкой. При первом учёте полностью выколосились восемь гибридов, а при втором – 25. При посеве в оптимальный весенний срок (16 марта) выколосились все гибриды. Наиболее многочисленная (13 гибридов) группа с формулой гаплотипа DR-RDRDRR получена от скрещивания озимых и двуручек с яровыми. Генотипы DD-RRRRRD получены у гибридов от скрещивания озимых и условных двуручек с настоящей двуручкой Л.897я23, аналогичны и следующие группы, только с отцовскими яровыми сортами Pastor, Омская 9 и BL 1530. При скрещивании яровых сортов получены гаплотипы DD-RDDRDRR (Frontana / Омская 9), DR-RRDRRR (Frontana / Pastor). От скрещивания Л.897я23 с яровыми сортами получены гаплотипы DR-RDRDDR (Линия 500, Саратовская 60), DD-RDRDDD (BL 1530) (таблица 4).

Таблица 4 – Результаты фенотипирования и гаплотип гибридов F₁.

Посев	20.08.02		16 марта 2002г	Гаплотип			
	25.08.02			2D	5A	5B	5D
	1.10	1.11		Ppd-D-1	Vrn-A-1	Vrn-B-1	Vrn-D-1
Московская 39 / Линия 500	5	5	9	DR	RD	RD	RR
Московская 39 / Саратовская 60	5	7	9	DR	RD	RD	RR
Зимородок / Линия 500	7	9	9	DR	RD	RD	RR
Зимородок / Саратовская 60	9	9	9	DR	RD	RD	RR
Половчанка / Линия 500	7	9	9	DR	RD	RD	RR
Половчанка / BL 1530	7	9	9	DR	RD	RD	RR
Половчанка / Саратовская 60	7	9	9	DR	RD	RD	RR
Купава / Линия 500	7	9	9	DR	RD	RD	RR
Купава / Саратовская 60	9	9	9	DR	RD	RD	RR
Дельта / Линия 500	7	7	9	DR	RD	RD	RR
Дельта / Саратовская 60	7	9	9	DR	RD	RD	RR
Русса / Линия 500	9	9	9	DR	RD	RD	RR
Русса / Саратовская 60	9	9	9	DR	RD	RD	RR
Московская 39 / Л. 897 я 23	3	3	9	DD	RR	RR	RD
Зимородок / Л. 897 я 23	3	3	9	DD	RR	RR	RD
Половчанка / Л. 897 я 23	3	3	9	DD	RR	RR	RD
Купава / Л. 897 я 23	5	5	9	DD	RR	RR	RD
Дельта / Л. 897 я 23	5	5	9	DD	RR	RR	RD
Русса / Л. 897 я 23	3	3	9	DD	RR	RR	RD
Московская 39 / Pastor	5	7	9	DR	RR	RR	RR
Зимородок / Pastor	5	9	9	DR	RR	RR	RR
Половчанка / Pastor	5	5	9	DR	RR	RR	RR
Купава / Pastor	6	7	9	DR	RR	RR	RR
Дельта / Pastor	5	5	9	DR	RR	RR	RR
Русса / Pastor	5	7	9	DR	RR	RR	RR
Московская 39 / Омская 9	3	3	9	DD	RD	RR	RR
Зимородок / Омская 9	5	9	9	DD	RD	RR	RR
Половчанка / Омская 9	5	5	9	DD	RD	RR	RR
Купава / Омская 9	7	9	9	DD	RD	RR	RR
Дельта / Омская 9	5	9	9	DD	RD	RR	RR
Русса / Омская 9	5	6	9	DD	RD	RR	RR
Московская 39 / BL 1530	7	9	9	DD	RD	RD	RD
Зимородок / BL 1530	7	9	9	DD	RD	RD	RD
Купава / BL 1530	8	9	9	DD	RD	RD	RD
Дельта / BL 1530	7	9	9	DD	RD	RD	RD
Русса / BL 1530	9	9	9	DD	RD	RD	RD
Л. 897 я 23 / Линия 500	7	9	9	DR	RD	RD	DR
Л. 897 я 23 / Саратовская 60	9	9	9	DR	RD	RD	DR
Frontana / Линия 500	7	9	9	DR	RD	DD	RR
Frontana / Саратов. 60	7	9	9	DR	RD	DD	RR
Л. 897 я 23 / BL 1530	9	9	9	DD	RD	RD	DD
Frontana / Омская 9	5	7	9	DD	RD	DR	RR
Frontana / BL 1530	9	9	9	DD	RD	DD	RD
Л. 897 я 23 / Омская 9	3	5	9	DD	RD	RR	DR
Frontana / Л. 897 я 23	3	5	9	DD	RR	DR	RD
Frontana / Pastor	6	7	9	DR	RR	DR	RR
Л. 897 я 23 / Pastor	5	5	9	DR	RR	RR	DR

Селекционерам нужно обращать внимание на генотипы с наиболее подходящей для конкретного региона аллельной комбинацией. Возможность идентифицировать аллельные комбинации генов Vrn и Ppd в любом селекционном материале, предоставляет возможность сознательно манипулировать исходным материалом.

4.3 Наследование продолжительности периода «всходы-колошение» у гибридов первого поколения в зависимости от типа скрещивания

Для определения эффективности используемых типов скрещиваний для дальнейшей селекционной практики, нами был проведен анализ наследования периода «всходы-колошение» в первом поколении гибридных комбинаций с участием в качестве отцовских форм яровых пшениц, различающихся по реакции на длину дня и настоящей пшеницей альтернативного образа жизни – Л.897я23. С целью всесторонней оценки гибридного материала опыт был заложен в нескольких осенних и весенних сроках посева и в течение трех лет исследований.

При осеннем посеве в оптимальный срок в гибридных комбинациях первого поколения с участием в качестве отцовской формы настоящей двуручки Л.897я23 наблюдалось варьирование наследования периода «всходы-колошение» от частичного доминирования наименьшего значения признака до депрессии признака. При этом в комбинациях Купава / Л.897я23 и Дельта / Л.897я23 отмечена максимальная депрессия признака для данного срока посева. Наследование периода «всходы-колошение» в большинстве случаев было смещено в сторону отцовской формы, за исключением гибридных комбинаций Русса / Л.897я23 и Frontana / Л.897я23. При посеве 28 февраля в комбинациях с участием сортов Половчанка, Купава, Дельта и Русса, наследование периода «всходы-колошение» у гибридов F₁ смещалось в сторону материнских форм. При поздневесенних сроках посева, наследование продолжительности вегетационного периода носило депрессивный характер и было смещено в сторону отцовской формы, за исключением гибрида Frontana / Л.897я23 в 6 и 7 сроках посева.

При посеве семян F₁ из гибридных комбинаций с участием в качестве отцовской формы настоящей двуручки Л.897я23 в 2003-2004 годах было установлено, что наследование продолжительности вегетационного периода во всех сроках посева носило депрессивный характер. Степень фенотипического доминирования варьировала от частичного доминирования наименьшего значения признака до полной депрессии. При этом наследование периода «всходы-колошение» у гибридов осеннего срока посева было смещено в сторону отцовской формы, за исключением гибридной комбинации с сортом Русса. Гибридные растения, посеянные 15 марта по наследованию продолжительности вегетационного периода были также смещены в сторону родительской формы Л.897я23. При поздневесенних сроках посева 2004 года, наследование периода «всходы-колошение» было смещено в сторону материнских форм. При этом отмечалась сильная депрессия в наследовании вегетационного периода, с коэффициентом фенотипического доминирования до -241 (таблица 5).

Таблица 5 – Наследование периода «всходы-колошение» при скрещивании с Л. 897 я 23 альтернативного образа жизни, 2001-2004 гг.

F ₁	1 срок		4 срок		6 срок		7 срок	
	F ₁	Нр	F ₁	Нр	F ₁	Нр	F ₁	Нр
2001-2002 с.-х. г.								
Московская 39 / Л.897я23	198	-0,25	75	-1,17	57	-0,76	52	-0,71
Зимородок / Л.897я23	195	-1,00	80	-0,33	66	-0,39	55	-0,61
Половчанка / Л.897я23	196	-0,50	77	1,00	61	-0,59	57	-0,54
Купава / Л.897я23	194	-1,67	75	0,50	58	-0,71	58	-0,50
Дельта / Л.897я23	194	-2,00	75	0,60	57	-0,76	45	-0,96
Русса / Л.897я23	191	-0,14	75	0,71	54	-0,88	55	-0,61
Frontana / Л.897я23	191	-0,33	76	-1,00	54	1,40	48	7,00
2003-2004 с.-х. г.								
Московская 39 / Л.897я23	198	-0,33	67	-0,89	66	-217,0	62	-233,0
Зимородок / Л.897я23	195	-1,40	67	-0,89	66	-217,0	62	-233,0
Половчанка / Л.897я23	196	-1,00	62	-1,07	64	-225,0	62	-233,0
Купава / Л.897я23	192	-5,00	58	-1,21	64	-225,0	60	-241,0
Дельта / Л.897я23	192	-7,00	60	-1,14	64	-225,0	60	-241,00
Русса / Л.897я23	190	-0,67	60	-1,14	64	-225,0	60	-241,0
Frontana / Л.897я23	191	-9,00	59	-21,0	64	-225,0	62	-233,0

Изучение гибридных комбинаций с участием ярового сорта длинного дня Омская 9 в условиях разных сроков посева 2001-2002 сельскохозяйственного года показало разнообразный характер наследования по всем срокам сева. Степень фенотипического доминирования у изучаемых гибридов варьировала от депрессии до гетерозиса по продолжительности вегетационного периода. Полное доминирование более продолжительного периода «всходы-колошение» отмечено в гибридных комбинациях Московская 39 / Омская 9.

Среди гибридов осеннего срока посева в большинстве комбинаций наблюдалось смещение периода «всходы-колошение» в сторону материнских форм с более коротким вегетационным периодом. За исключением всех скрещиваний с участием сорта Зимородок и в комбинациях Русса / Омская 9 и Frontana / Омская 9. В гибридах с участием ярового сорта Омская 9 в 4, 6 и 7 сроках посева наблюдалось смещение наследования продолжительности вегетационного периода в сторону отцовской формы с более продолжительным вегетационным периодом.

В условиях 2003-2004 сельскохозяйственного года не было отмечено гибридных комбинаций с положительной степенью фенотипического доминирования по продолжительности периода «всходы-колошение». При посеве в оптимальный осенний срок, в скрещиваниях с участием сортов Купава, Дельта, Frontana и селекционной линии Л.897я23 отмечено смещение продолжительности вегетационного периода гибридов в сторону материнских форм. В поздневесенних сроках наблюдалось смещение наследования

продолжительности периода «всходы-колошение» в сторону отцовской формы Омская 9 (таблица 6).

Таблица 6 – Наследование периода «всходы-колошение» при скрещивании с сортом яровой пшеницы длинного дня, 2001-2004 гг.

F ₁	1 срок		4 срок		6 срок		7 срок	
	F ₁	Hр	F ₁	Hр	F ₁	Hр	F ₁	Hр
2001-2002 с.-х. г.								
Московская 39 / Омская 9	203	1,00	71	-1,83	58	-0,79	52	-0,88
Зимородок / Омская 9	195	-4,33	77	-0,83	57	-0,83	50	-0,96
Половчанка / Омская 9	196	-7,00	75	-3,00	64	-0,53	51	-0,92
Купава / Омская 9	194	-5,00	75	0,50	57	-0,83	49	-1,00
Дельта / Омская 9	194	-3,00	75	0,60	57	-0,83	46	-1,12
Русса / Омская 9	194	0,00	75	0,71	65	-0,49	45	-1,16
Л.897я23 / Омская 9	196	-0,60	75	-3,00	53	-1,00	49	1,00
Frontana / Омская 9	195	0,09	76	-1,00	53	-1,00	48	0,50
2003-2004 с.-х. г.								
Московская 39 / Омская 9	196	-5,00	67	-1,04	66	-0,86	62	-0,90
Зимородок / Омская 9	195	-11,00	63	-1,19	66	-0,86	62	-0,90
Половчанка / Омская 9	195	-11,00	63	-1,19	64	-0,93	62	-0,90
Купава / Омская 9	192	-7,00	65	-1,12	64	-0,93	60	-0,97
Дельта / Омская 9	191	-3,50	67	-1,04	64	-0,93	60	-0,97
Русса / Омская 9	194	-0,09	65	-1,12	64	-0,93	60	-0,97
Л.897я23 / Омская 9	192	-3,00	58	-4,71	62	-1,00	60	-0,97
Frontana / Омская 9	192	-3,00	57	-5,29	62	-1,00	62	-0,90

При посеве в оптимальный осенний срок гибридных комбинаций с участием ярового сорта короткого дня – BL 1530 наблюдался преимущественно депрессивный характер наследования вегетационного периода в гибридах F₁. При этом только в комбинациях с сортами Русса и Frontana отмечено смещение степени фенотипического доминирования в сторону материнских форм. Полное доминирование также отмечено в комбинациях с сортом Frontana, но при посеве в седьмой срок.

В условиях 2003-2004 сельскохозяйственного года также отмечен преимущественно депрессивный характер наследования продолжительности периода «всходы-колошение». Исключение составила гибридная комбинация Л.897я23 / BL 1530. При этом в скрещивании с селекционной линией Л.897я23 наблюдалось полное доминирование продолжительности периода «всходы-колошение» в четвертом сроке посева, смещенное при этом в сторону сорта BL 1530. В поздневесенних сроках отмечено смещение наследования продолжительности вегетационного периода гибридов F₁ в сторону яровой отцовской формы короткого дня BL 1530 (таблица 7).

Таблица 7 – Наследование периода «всходы-колошение» при скрещивании с сортом яровой пшеницы короткого дня, 2001-2004 гг.

F ₁	1 срок		4 срок		6 срок		7 срок	
	F ₁	Hр	F ₁	Hр	F ₁	Hр	F ₁	Hр
2001-2002 с.-х. г.								
Московская 39 / BL 1530	195	-0,60	76	-1,00	53	-0,96	49	-0,82
Зимородок / BL 1530	194	-0,80	77	-0,83	53	-0,96	49	-0,82
Половчанка / BL 1530	195	-0,33	76	-1,00	57	-0,79	49	-0,82
Купава / BL 1530	191	-1,80	71	-1,50	53	-0,96	48	-0,86
Дельта / BL 1530	191	-2,00	75	0,60	53	-0,96	48	-0,86
Русса / BL 1530	186	-1,80	71	-0,43	47	-1,21	46	-0,93
Л.897я23 / BL 1530	191	-3,00	75	-3,00	49	-5,00	44	-1,00
Frontana / BL 1530	188	-1,50	75	-3,00	52	-1,00	45	1,00
2003-2004 с.-х. г.								
Московская 39 / BL 1530	192	-3,00	67	-1,00	66	-0,71	62	-0,78
Зимородок / BL 1530	193	-3,00	63	-1,15	61	-0,87	58	-0,91
Половчанка / BL 1530	196	-1,50	67	-1,00	64	-0,78	62	-0,78
Купава / BL 1530	194	-7,00	67	-1,00	57	-1,00	55	-1,00
Дельта / BL 1530	191	-11,00	58	-1,34	61	-0,87	60	-0,85
Русса / BL 1530	191	-0,50	55	-1,45	57	-1,00	56	-0,97
Л.897я23 / BL 1530	192	-9,00	67	1,00	64	-0,78	58	-0,91
Frontana / BL 1530	192	-9,00	65	-0,60	64	-0,78	60	-0,85

В ходе лабораторного анализа растений второго поколения было установлено, что в большинстве типов скрещиваний, выход продуктивных форм был свыше 40 %. Максимальный выход продуктивных форм отмечен в типе скрещиваний «двуручка / яровая короткого дня», а минимальный – в гибридных комбинациях из группы «условная двуручка / яровая длинного дня». В третьем поколении, в типах скрещиваний «двуручка / яровая длинного дня», «условная двуручка / яровая короткого дня», «озимая / яровая короткого дня» выход продуктивных яровых форм был свыше 30 %, с максимальным показателем в группе «двуручка / яровая короткого дня» – 43,1 %. В типах скрещиваний «озимая / двуручка», «озимая / яровая длинного дня» и «условная двуручка / яровая длинного дня» выход продуктивных образцов ярового образа жизни был довольно низким и варьировал от 21,5 % до 23,5 %, что указывает на то, что отбор ценных форм ярового образа жизни возможен из всех типов скрещиваний. При этом следует отметить, что в последних трех типах скрещиваний, наименьший выход ценных яровых форм наблюдался при посеве семенами осенней репродукции. По результатам анализа семи типов скрещиваний было установлено, что наибольшее внимание, с селекционной точки зрения, следует уделять тщательной проработке гибридных комбинаций с участием в родословной яровых сортов короткого дня (таблица 8).

Таблица 8 – Оценка эффективности гибридных комбинаций F₃ на выход продуктивных форм ярового образа жизни, посев 5.03.2004 г.

Гибридные комбинации	Выход в зависимости от срока репродукирования, %				\bar{X}	ДИ*
	18.10.2003 г.	18.03.2004 г.	11.04.2004 г.	16.04.2004 г.		
Московская 39 / Л.897я23	16,9	34,0	31,3	23,7	26,5	±7,6
Московская 39 / Линия 500	7,5	35,6	28,1	22,4	23,4	±11,7
Половчанка / BL 1530	18,5	28,6	35,9	45,5	32,1	±11,2
Русса / Линия 500	20,0	31,6	29,3	32,6	28,4	±5,6
Русса / BL 1530	36,4	28,8	28,6	36,7	32,6	±4,4
Л.897я23 / Омская 9	32,2	35,8	26,9	33,3	32,1	±3,7
Frontana / Омская 9	11,1	35,6	40,5	41,7	32,2	±14,0
Л.897я23 / Pastor	34,9	44,6	41,8	43,9	41,3	±4,3
Frontana / BL 1530	48,1	42,0	38,5	43,9	43,1	±3,9

Примечание ДИ* – доверительный интервал

По результатам двухлетних наблюдений установлено, что настоящие двуручки, используемые в качестве отцовских форм удлиняют вегетационный период в гибридах первого поколения. Использование яровых сортов длинного дня даёт разнообразный характер наследования продолжительности вегетационного периода, расширяя вариабельность при отборе интересных селекционных форм. Привлечение в скрещивания яровых сортов короткого дня, позволяет отбирать более скороспелые формы в последующих поколениях.

В результате шестилетней оценки и изучения селекционного материала отмечено, что максимальную зерновую продуктивность, независимо от агроклиматических условий, формировали селекционные линии из типов скрещиваний – «условная двуручка / яровая» и «двуручка / озимая». Также хорошие показатели продуктивности наблюдались в отдельные годы в скрещиваниях «озимая / двуручка» и «двуручка / яровая». Но в данных типах скрещиваний встречались высокорослые селекционные линии (таблица 9).

Таблица 9 – Характеристика селекционного материала разных типов гибридных комбинаций, КСИ, 2005-2010 гг.

Тип скрещивания	Срок посева	Урожайность, ц/га						Среднее
		2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	
Озимая / двуручка	ОП ¹	75,6	79,1	99,8	100,4	68,8	56,0	80,0
	ВП ²	40,9	50,2	21,3	75,2	28,8	34,4	41,8
Озимая / яровая	ОП	84,1	70,7	78,7	84,7	81,4	78,1	79,6
	ВП	43,0	43,9	27,2	66,7	34,3	37,3	42,1
Условная двуручка / яровая	ОП	81,5	69,4	85,2	95,0	79,4	79,1	81,6
	ВП	34,4	37,2	30,5	65,0	42,1	32,8	40,3
Двуручка / озимая	ОП	87,3	73,4	79,8	89,8	83,0	79,7	82,2
	ВП	46,4	52,4	27,7	69,4	35,2	34,2	44,2
Двуручка / яровая	ОП	76,4	58,6	69,9	82,6	90,8	78,1	76,1
	ВП	45,7	40,1	34,3	65,1	37,6	34,1	42,8
ст. Ласточка	ОП	87,7	65,9	82,1	86,9	83,7	70,9	79,5
	ВП	35,7	46,5	37,6	59,4	35,4	31,3	41,0
ст. Память	ОП	96,0	86,9	94,0	97,4	90,8	78,5	90,6
ст. Прохоровка	ВП	49,4	57,9	52,5	63,2	42,3	38,4	50,6

Примечание ОП¹ – осенний посев; ВП² – весенний посев

Анализ урожайности сортов альтернативного образа жизни, сочетающих в своем генотипе различные состояния аллелей Vrn и Ppd, за три года показал, что в 2017 году была получена максимальная урожайность 119,0 ц / га по предшественнику кукуруза на зерно и 113,8 ц / га по предшественнику подсолнечник, что указывает на то, что на современном этапе селекции урожайность сортов альтернативного образа жизни достигла уровня урожайности лучших сортов озимой пшеницы. Средняя урожайность в 2017 году по пропашным предшественникам подсолнечник и кукуруза на зерно составила свыше 100 ц / га. Последующие годы были менее благоприятными и в среднем за три года изучения по урожайности выделился сорт Веха, превысив озимый стандартный сорт Память на 9,0 ц / га и сорт двуручку Афина на 8,7 ц / га (таблица 10).

Таблица 10 – Урожайность сортов пшеницы альтернативного образа жизни, КСИ, осенний посев, ц / га, 2017-2019 гг.

Сорт	2017 г.			2018 г.			2019 г.			Среднее
	Занятой пар	Подсолнечник	Кукуруза на зерно	Занятой пар	Подсолнечник	Кукуруза на зерно	Занятой пар	Подсолнечник	Кукуруза на зерно	
Афина	80,3	104,0	100,4	77,9	80,7	101,8	74,6	68,4	85,1	85,9
Анка	87,8	91,4	95,7	62,3	81,6	91,8	75,2	62,1	81,4	81,0
Велена	82,1	102,0	98,5	88,6	82,1	103,7	89,1	74,1	89,6	90,0
Веха	94,4	110,6	119,0	85,0	83,8	105,3	87,1	74,0	92,1	94,6
Караван	81,1	96,3	98,3	66,0	80,8	100,7	77,2	71,0	89,4	84,5
Лео	90,1	113,8	115,3	84,8	84,0	97,1	82,6	67,4	89,8	91,7
Тая	94,1	109,4	111,8	88,3	87,2	99,6	86,6	69,8	84,1	92,3
Память, ст.	81,3	100,2	106,5	64,4	84,8	86,4	81,5	74,1	90,9	85,6
Безостая 1	66,9	75,5	73,6	57,4	78,4	78,1	64,5	55,3	69,7	68,8
Среднее	85,7	101,2	102,7	75,9	84,0	97,7	79,9	68,7	86,3	86,9
НСР ₀₅	6,1	4,9	5,9	5,1	4,8	5,2	5,2	5,4	6,7	

В результате изучения экологической пластичности сортов, имеющих озимый гаплотип, в течение трех лет было установлено, что сорт Веха в сравнении с сортами Память и Безостая 1, показывает, как наибольшее значение потенциала зерновой продуктивности, так и высокую пластичность, давая высокую прибавку на лучших предшественниках и при внесении высоких доз минеральных удобрений (рисунок 1).

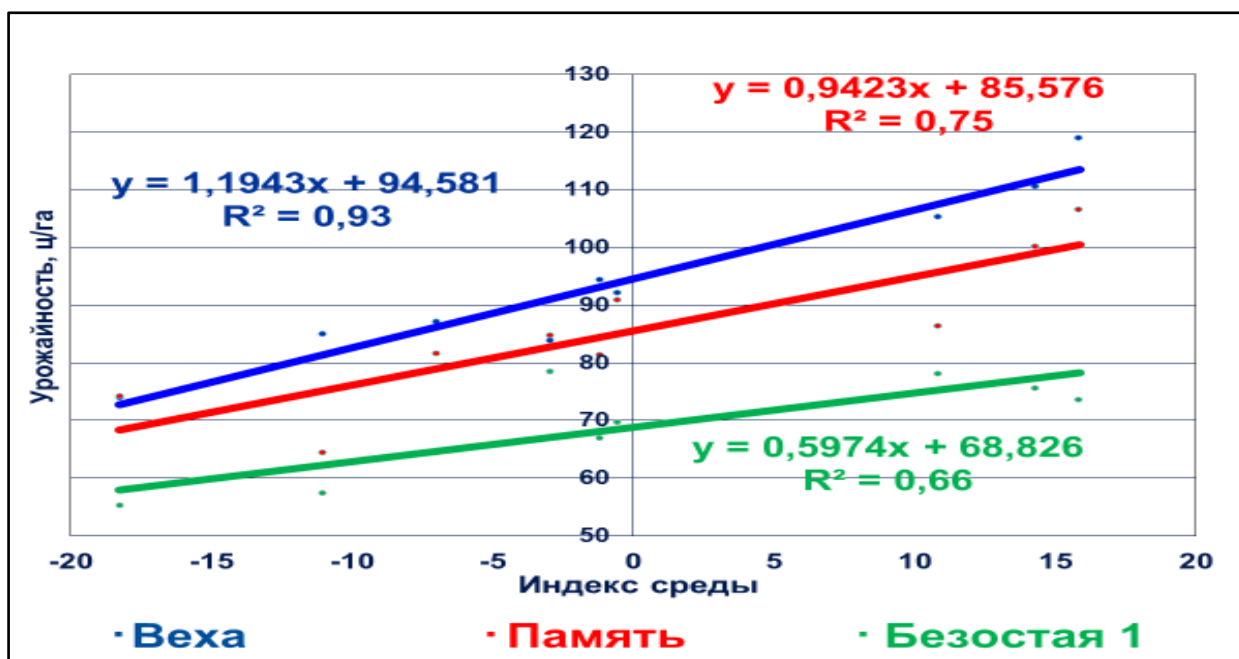


Рисунок 1 – Пластичность сортов с гаплотипом D-RRR.

Максимальная пластичность отмечена у сорта Афина (1,08), однако данный сорт не обладает достаточным потенциалом урожайности. Сорт Тая имеет примерно такой же коэффициент пластичности (1,05), однако за счет большего потенциала продуктивности, формирует во всех вариантах урожайность больше в среднем на 6,5 ц / га (рисунок 2).

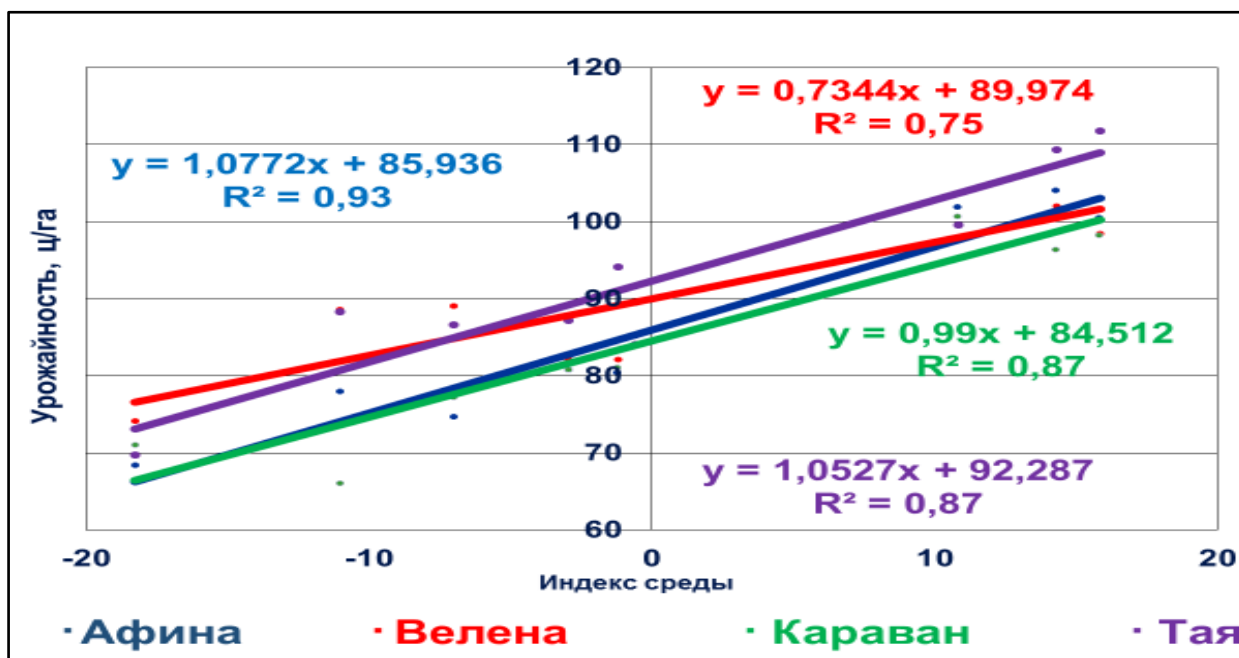


Рисунок 2 – Пластичность сортов с гаплотипом D-RRD и D-RDR.

Подводя итоги более чем двадцати лет исследований в отделе селекции и семеноводства пшеницы и тритикале ФГБНУ «НЦЗ имени П.П. Лукьяненко», по тематике создания новых сортов мягкой пшеницы альтернативного образа

жизни, следует отметить, что в каждом типе скрещиваний с участием двуручек и яровых форм, можно отбирать ценные генотипы, характеризующиеся высоким уровнем зерновой продуктивности и хорошими показателями качества зерна. Однако, для отбора селекционно-ценных форм, необходимо обязательно использовать челночный метод посева гибридного материала в разные сроки посева, исключая таким образом формы чувствительные к яровизирующим температурам и растения, не реагирующие на продолжительность светового дня.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате трехлетнего изучения 25 родительских форм в семи сроках посева установлено, что продолжительность периода «всходы-колошение» изменялась от 196 до 46 дней. Во всех сроках посева наиболее продолжительный период наблюдался у озимых сортов, а короткий у яровых. Длиннодневные яровые сорта колосились почти одновременно с озимыми. При посеве в «февральские окна» сорта условные двуручки (Дельта, Русса) колосились раньше, чем яровые сорта (Омская 9, Саратовская 60, Альбидум 29).

2. Впервые установлено, что для прохождения стадии яровизации озимых сортов южного степного экотипа достаточно 14 дней с суммой низких положительных температур – 106 °С. В 2003 году сортам южного степного экотипа (Русса и Дельта) было достаточно 10 дней со среднесуточной температурой ниже +10 °С для перехода в репродуктивную фазу развития. Двуручка Л.897я23 проходит стадию яровизации при среднесуточной температуре выше +10 °С и выколашивается раньше, чем яровые сорта Саратовская 60, Курская 2038, Линия 500.

3. В условиях точного лабораторного опыта нами достоверно установлено, что яровизирующие температуры укорачивали период «всходы-колошение» на длинном дне. Выявлены источники слабой фотопериодической чувствительности и скороспелости: Зимородок, Frontana, BL 1530 и условная двуручка Дельта. Сорта Московская 39, Омская 9, Саратовская 60 обладают высокой фоточувствительностью. Сорт Frontana – выколашивался без яровизации, но при этом замедлял свое развитие на длинном дне почти на 7 дней.

4. Результаты молекулярно-маркерного анализа показали, что все изученные генотипы несут рецессивный аллель хотя бы одного гена *Vrn*, за исключением образца BL 1530, который оказался «чемпионом» по скорости выколашивания, и сочетает доминантные аллели во всех четырёх проанализированных генах (D-DDD). Поэтому почти у всех генотипов в отсутствие яровизации отмечалось в разной степени увеличение периода «всходы-колошение». Отсутствие колошения без яровизации отмечено для генотипов озимых пшениц и условных двуручек с гаплотипом D-RRR (рецессивные аллели всех генов *Vrn*). При яровизации на коротком дне образцы с гаплотипом R-DDR остаются самой «медлительной» группой по срокам колошения, но при отсутствии яровизации, по скорости развития не уступают гаплотипам D-RDR, D-RDD, D-RRR.

5. Полевая оценка экспериментального материала на коротком световом дне 12-11 часов показала отсутствие реакции у образцов BL 1530, Logy 82-21-24-1, S-207, S-203, сильную реакцию озимых сортов и условных двуручек. Образцы с гаплотипом R-DDR (Альбидум 29, Курская 2038, Линия 500) и R-RRR (Pastor) изменяли фенотипическое состояние в зависимости от взаимодействия температуры и фотопериода.

6. В результате фенотипирования и генотипирования гибридов первого поколения установлено, что вне зависимости от гаплотипа доминировала яровость. Гибриды с гаплотипом DD-RRRRRD, созданные от скрещивания озимых сортов и двуручки (Л.897я23) не переходили в генеративное развитие в осенний период. Такое же поведение наблюдали у гибрида Московская 39 / Омская 9 с гаплотипом DD-RDRRRR. Гибриды с одним и тем же гаплотипом DD-RDRDRD различались по норме реакции на длину дня и температурный режим в осенний период. Таким образом генотипирование по четырём представленным генам не описывает в полной степени реакцию образцов на фотопериод и яровизирующие температуры.

7. При изучении характера наследования продолжительности периода «всходы-колошение» у гибридов F₁ в разные сроки установлено преимущественно полное, неполное доминирование и гетерозис более короткого периода «всходы-колошение». В зависимости от взаимодействия с условиями среды, изменялась степень и даже направление доминирования у некоторых гибридов. Наиболее высокая ОКС по сокращению периода «всходы-колошение» отмечена среди материнских форм у сортов Дельта, Русса, Frontana, а среди отцовских – у сорта Саратовская 60. Высокая СКС установлена у гибридов Русса / Л.897я23 и Ласточка / Л.897я23 в первом сроке посева, Зимородок / Pastor и Л.897я23 / Омская 9 в 4 сроке посева, а в 6 и 7 сроках посева – у всех гибридов с Л.897я23, использовавшейся в качестве материнской формы.

8. Высота растений у озимых родительских форм укорачивалась по мере продвижения сроков от осенних к зимним и затем, к весенним. У сортов двуручек высота растений изменялась незначительно. У яровых сортов наблюдалась такая же закономерность, но с меньшей степенью выраженности.

9. С продвижением срока посева с осеннего к поздневесеннему в среднем за два года:

-коэффициент кустистости резко снижался у озимых сортов от 0,90 до 0,35; у двуручек от 0,94 до 0,28; и незначительно варьировал у яровых от 0,96 до 0,93;

-длина главного колоса сокращалась у озимых сортов от 9,3 до 8,2 см; у двуручек от 8,6 до 7,4 см; у яровых от 9,2 до 8,3 см. Это указывает на высокую зерновую продуктивность яровых форм как в осеннем, так и в весеннем посеве в случае их удачной перезимовки.

10. В третьем поколении гибридов, в типах скрещиваний «двуручка / яровая длинного дня», «условная двуручка / яровая короткого дня», «озимая / яровая короткого дня» выход продуктивных яровых форм был свыше 30 %, с максимальным показателем в группе «двуручка / яровая короткого дня» - 43,1 %,

что указывает на то, что отбор ценных форм ярового образа жизни возможен из гибридных комбинаций всех типов скрещиваний.

11. В результате шестилетней оценки и изучения селекционного материала установлено, что максимальную зерновую продуктивность, вне зависимости от агроклиматических условий, формировали селекционные линии из двух типов скрещивания: «озимая / яровая» – 99-01яв5 (Московская 39 / Терция), 354-02я6 (Купава / Pastor) и «двуручка / озимая» – 1695я2 (918яв2 / Зоряна Носовская), 1762я15 (1027яв5 / Соратница).

12. Селекционная работа по созданию сортов мягкой пшеницы альтернативного образа жизни за 20 лет направленных отборов, использования экологического метода пересева популяций разных поколений в условиях озимого, весеннего и летнего посевов, применения современных методов молекулярно-маркерной селекции, тщательной проработки полевых и лабораторных данных позволила создать семь сортов «настоящих» двуручек (Ласточка, Афина, Паллада, Анка, Велена, Караван, Лео), получивших значительное распространение на территории Российской Федерации.

13. Впервые проведен анализ гаплотипов, созданных сортов по экологической пластичности и стабильности хозяйственных признаков. В результате изучения экологической пластичности сортов, имеющих озимый гаплотип (D-RRR) сорт Веха показывает высокую пластичность ($b_i=1,2$), в сравнении с сортами Память и Безостая 1. У сортов с гаплотипом D-RRD и D-RDR, максимальная пластичность отмечена у сорта Афина ($b_i=1,8$) и ярового сорта Тая ($b_i=1,05$).

ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКЕ И ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для создания сортов альтернативного образа жизни рекомендуем использовать технологию селекционного процесса, разработанную нами, которая включает многократный искусственный отбор на фоне естественного, при переменных воздействующих факторах, формирующих системы адаптивности. Фенотипирование яровизационного отклика и фоточувствительности рекомендуем проводить в питомниках весеннего оптимального, позднего и летнего посевов.

2. Оценку фенофазного состояния растений в селекционных питомниках рекомендуем проводить по разработанной нами методике.

3. При создании новых сортов и линий мягкой пшеницы альтернативного и ярового образа жизни, рекомендуем использовать созданные нами сорта: Ласточка, Афина, Анка, Велена, Веха, Караван, Лео.

4. Для посева в производстве по поздноубираемым пропашным предшественникам, и в оптимальные для зоны весенние сроки рекомендуем высевать сорта Анка, Велена, Веха, Караван и Лео, для сохранения зернового клина и увеличения валовых сборов зерна мягкой пшеницы. Рекомендуем также шире использовать яровые сорта – Курьер и Тая.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

Работы в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Беспалова, Л.А. Фотопериодическая чувствительность и молекулярное маркирование генов Ppd и Vrn в связи с селекцией сортов пшеницы альтернативного образа жизни / Л.А. Беспалова, В.А. Кошкин, **Е.А. Гуенкова** и др. // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 6. – С. 3-6.

2. Bespalova, L.A. Photoperiod sensitivity and molecular marking of genes Ppd and Vrn in connection with breeding alternative-habit wheat varieties / L.A. Bepalova, V.A. Koshkin, **E.A. Guenkova**, et al. // Russian Agricultural Sciences. – 2010. – №36 (6). – P. 389-392.

3. Беспалова, Л.А. Особенности семеноводства сортов двуручек / Л.А. Беспалова, В.А. Филобок, **Е.А. Гуенкова** // Земледелие. – 2011. – № 4. – С. 14-16.

4. Кошкин, В.А. Физиолого-генетическое исследование изогенных линий яровой мягкой пшеницы, различающихся по остистости и окраске колоса и обладающих слабой фотопериодической чувствительностью / В.А. Кошкин, Е.К. Потокина, **Е.А. Гуенкова** и др. // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 1. – С. 6-9.

5. Koshkin, V.A. Physiological and genetic study of isogenic lines of spring soft wheat differing in color and spinous ear and having weak photoperiodic sensitivity / V.A. Koshkin, Ye.K. Potokina, **E.A. Guenkova**, et al. // Russian Agricultural Sciences. – 2014. – Т. 40. – № 2. – P. 84-88.

6. Филобок В.А. Создание адаптированного генофонда альтернативного образа жизни мягкой пшеницы / В.А. Филобок, **Е.А. Гуенкова**, Беспалова Л.А. и др. // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 1. – С. 38-42.

Основные работы в прочих изданиях

7. Гуенкова, Е.А. Наследование образа жизни гибридами первого поколения мягкой пшеницы / **Е.А. Гуенкова** // В сборнике: Материалы V региональной научно – практ. конф. молодых ученых "Научное обеспечение агропромышленного комплекса". – КубГАУ. – Краснодар. –2003. – С. 19.

8. Филобок, В.А. Селекция сортов пшеницы альтернативного образа жизни в условиях Краснодара / В.А. Филобок, Л.А. Беспалова, **Е.А. Гуенкова** // Iя Центрально-Азиатская конференция по пшенице. – Алматы. – 2003. – С. 89-90.

9. Филобок, В.А. Первые результаты селекции сортов пшеницы альтернативного образа жизни / В.А. Филобок, Л.А. Беспалова, **Е.А. Гуенкова** // В сборнике: Эволюция научных технологий в растениеводстве. Сборник научных трудов, посвященный 90-летию КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко. Российская академия сельскохозяйственных наук. – Краснодар. – 2004. – С. 110-118.

10. Гуенкова, Е.А. Новый сорт двуручка Ласточка / **Е.А. Гуенкова**, В.А. Филобок // В сборнике: Материалы шестой региональной научно-

практической конференции молодых ученых "Научное обеспечение агропромышленного комплекса". – КубГАУ. – Краснодар. – 2004. – С. 14-15.

11. Филобок, В.А. Методы и результаты селекции сортов пшеницы альтернативного образа жизни / В.А. Филобок, Л.А. Беспалова, **Е.А. Гуенкова** // Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке. Тезисы докладов. – Санкт-Петербург. – 2007. – С. 362-363.

12. Гуенкова, Е.А. Новый сорт двуручка Афина / **Е.А. Гуенкова**, В.А. Филобок // В сборнике: Материалы первой всероссийской научно-практической конференции молодых ученых "Научное обеспечение агропромышленного комплекса". – КубГАУ. – Краснодар. – 2007. – С. 19.

13. Филобок, В.А. Проблемы и перспективы селекции сортов пшеницы альтернативного образа жизни / В.А. Филобок, Л.А. Беспалова, **Е.А. Гуенкова** // Проблеми підвищення адаптивного потенціалу системи рослинництва у зв'язку зі змінами клімату. – Біла Церква. – 2008. – С. 80.

14. Гуенкова, Е.А. Методические подходы при селекции сортов пшеницы альтернативного образа жизни / **Е.А. Гуенкова**, В.А. Филобок // В сборнике: Материалы второй всероссийской научно-практической конференции молодых ученых "Научное обеспечение агропромышленного комплекса". – КубГАУ. – Краснодар. – 2008. – С. 20-23.

15. Филобок, В.А. К методике селекции устойчивых к патогенам сортов двуручек / В.А. Филобок, Л.А. Беспалова, **Е.А. Гуенкова** // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. – Краснодар. – 2010. – С. 553-555.

16. Филобок, В.А. Результаты и перспективы селекции сортов двуручек пшеницы / В.А. Филобок, Л.А. Беспалова, **Е.А. Гуенкова** и др. // В книге: VI Съезд ВОГиС и ассоциированные генетические симпозиумы тезисы докладов. – Ростов-на-Дону. – 2014. – С. 128.

17. Филобок, В.А. Подходы к формированию модели сорта двуручки / В.А. Филобок, Л.А. Беспалова, **Е.А. Гуенкова** // В сборнике: Роль селекции в повышении эффективности аграрного производства Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию профессора Омарова Д.С. – Махачкала. – 2014. – С. 199-201.

18. Филобок, В.А. Методы и результаты экологической селекции сортов двуручек в аридных условиях Калмыкии / В.А. Филобок, **Е.А. Гуенкова**, Л.А. Беспалова и др. // В сборнике: Селекция и семеноводство - основа продуктивности полей. Сборник научных трудов. ФГБНУ "НЦЗ имени П.П. Лукьяненко". – Краснодар. – 2017. – С. 60-68.

19. Филобок, В.А. Селекция сортов альтернативного образа жизни на основе молекулярного маркирования генов Vrn и Rpd/ В.А. Филобок, Л.А. Беспалова, **Е.А. Гуенкова** и др. // В сборнике: Генетический потенциал и его реализация в селекции, семеноводстве и размножении растений. ВОГиС. – Краснодар. – 2019. – С. 94-95.

20. Филобок, В.А. Селекция сортов двуручек пшеницы, устойчивых к фузариозу колоса / Филобок В.А., Беспалова Л.А., **Е.А. Гуенкова** и др. // В книге: Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки.

Материалы IV международной научно-практической конференции. – Симферополь. – 2019. – С. 207-209.

21. Зубанова, Ю.С. Идентификация аллельных комбинаций генов Prp-D1, Vrn-A1, Vrn-B1 и Vrn-D1 в линиях мягкой пшеницы, полученных в НЦЗ имени П.П. Лукьяненко / Ю.С. Зубанова, В.А. Филобок, **Е.А. Гуенкова** и др. // В сборнике: Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки. Материалы V международной научно-практической конференции. – Симферополь. – 2020. – С. 129-131.

Патенты:

1. Пшеница мягкая озимая Ласточка – авторское свидетельство № 39171 от 30.05.2005, патент на селекционное достижение № 2736 от 30.05.2005
2. Пшеница мягкая озимая Булгун – авторское свидетельство № 39456 от 25.01.2007, патент на селекционное достижение № 3084 от 10.04.2006
3. Пшеница мягкая озимая Афина – авторское свидетельство № 42529 от 27.01.2009, патент на селекционное достижение № 4723 от 16.04.2009
4. Пшеница мягкая яровая Курьер – авторское свидетельство № 51509 от 17.02.2011, патент на селекционное достижение № 5790 от 17.02.2011
5. Пшеница мягкая озимая Анка – авторское свидетельство № 61057 от 18.12.2015, патент на селекционное достижение № 8112 от 18.12.2015
6. Пшеница мягкая озимая Велена – авторское свидетельство № 63336 от 06.02.2017, патент на селекционное достижение № 8867 от 06.02.2017
7. Пшеница мягкая озимая Веха – авторское свидетельство № 63585 от 06.02.2017, патент на селекционное достижение № 8875 от 06.02.2017
8. Пшеница мягкая озимая Караван – авторское свидетельство № 66888 от 22.01.2018, патент на селекционное достижение № 9454 от 22.01.2018
9. Пшеница мягкая озимая Хамдан – авторское свидетельство № 74974 от 23.03.2021

Научное издание

Гуенкова Елена Анатольевна

**СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ
СОЗДАНИИ СОРТОВ ДВУРУЧЕК МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ**

Подписано в печать 18.10.2021 г. Формат 60 x 84 ^{1/16}
Усл. печ. л. – 1,5 Тираж 100 экз. Заказ № _____

Издательство «ЭДВИ»

Россия, 350012, г. Краснодар, ул. Лукьяненко, 95/3,

Тел./факс: (861)222-01-02, 222-75-55, 220-12-56

e-mail: info@edvi.ru