

ШПАК ЛИДИЯ ИВАНОВНА

**КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ САМОНЕСОВМЕСТИМЫХ ЛИНИЙ
ПОЗДНЕСПЕЛОЙ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ ВОСТОЧНОГО ПОДВИДА**

06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Брянск – 2017

Работа выполнена в 2006-2016 гг. в отделе селекции и семеноводства ГУ «Приднестровский НИИ сельского хозяйства».

Научный руководитель:

Монахос Григорий Федорович
кандидат сельскохозяйственных наук,
генеральный директор Селекционной станции
им Н.Н. Тимофеева

Официальные оппоненты:

Бондарева Людмила Леонидовна
доктор сельскохозяйственных наук,
зав. лабораторией капустных культур ФГБНУ
«Всероссийский научно-исследовательский институт
селекции и семеноводства овощных культур»

Королева Светлана Викторовна
кандидат сельскохозяйственных наук,
зав. отделом овощеводства, ФГБНУ Всероссийский
научно-исследовательский институт риса»

Ведущая организация

ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный
университет»

Защита состоится «23» июня 2017 года в « 10 » часов на заседании диссертационного совета Д. 220.005.01 при ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ» по адресу: 243365, Брянская область, Выгоничский район, ул. Советская 2а, корпус 4, конференц-зал. E-mail: uchsovet@bgsha.com. Тел. факс: +7(48341) 24-7-21

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Брянский ГАУ и на сайте организации по адресу <http://www.bgsha.com>.

Автореферат разослан «_» _____ 2017 и размещен на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и наук Российской Федерации <http://vak2.ed.gov.ru>.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор с.-х. наук

Дьяченко Владимир Викторович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности. В настоящее время в селекции овощебахчевых культур во всем мире перешли от создания сортов к F_1 гибридам, которые характеризуются высокой урожайностью, отличным качеством продукции, дружностью созревания, товарностью продукции, выравненностью.

В Приднестровье наблюдается особый дефицит в отношении сортов лежкого типа. Капуста белокочанная лежких, длиннодневных сортоотпиков не в состоянии реализовать свой потенциал в условиях короткого дня и повышенных температур, так как растения этих сортов раньше переходят к кочанообразованию, формируют мелкие кочаны и отличаются низкой урожайностью (Сердюк М.А., 2003).

Для возделывания в условиях Приднестровья необходимо создание новых высокоурожайных гибридов и к ним предъявляются особенные требования – это жароустойчивость, устойчивость к фузариозному увяданию, слизистому бактериозу, толерантность к трипсу.

Особое внимание в последнее время уделяется созданию гетерозисных F_1 гибридов, как более технологичных, совмещающих в себе все положительные стороны родителей и обладающих неоспоримыми преимуществами в сравнении с сортами-популяциями (Боос Г.В., 1990; Батин В.М., Монахос Г.Ф., 2013). Они отличаются исключительной выравненностью, хорошей лежкостью, дружностью созревания, высокими вкусовыми качествами и другими хозяйственно ценными признаками (Брежнев Д.Д., 1966; Крючков А.В., 1990).

Качество и продуктивность F_1 гибридов капусты белокочанной зависит от подбора родительских пар, способных при скрещивании давать гетерозисное потомство по важнейшим хозяйственным признакам.

Поэтому, одним из наиболее ответственных и важных этапов при создании гибридов F_1 является изучение самонесовместимости у растений местных сортов, создание инбредных самонесовместимых линий, оценка их комбинационной способности и изучение характера наследования основных признаков.

Подобных исследований с капустой белокочанной в Республике Молдова не проводилось. В связи с этим, изучение данных вопросов является весьма актуальным.

Целью исследований является: - создание инбредных самонесовместимых линий капусты из местных жаростойких сортов с высокой комбинационной способностью по основным хозяйственно ценным признакам и на их основе F_1 гибридов, сочетающих жаростойкость с лежкостью и устойчивостью к фузариозному увяданию.

Для выполнения поставленной цели в годы исследований предполагалось решение **следующих задач:**

1. Разработать параметры модели создаваемых F_1 гибридов поздней лежкой капусты и поздней капусты, пригодной для изготовления голубцов.
2. Изучить проявление самонесовместимости у сортов Молдаванка, Клавдия, Волна и Чаша для создания линий.
3. Изучить эффекты специфической комбинационной способности самонесовместимых линий по важнейшим хозяйственно ценным признакам и свойствам.
4. Выявить характер наследования важнейших признаков в системе полных диаллельных скрещиваний у линий, выделенных из жаростойких сортов: Лада, Молдаванка, Клавдия, Чаша, Харьковская зимняя и Бирючукская.
5. Выявить возможность создания F_1 гибридов, сочетающих высокую урожайность с лежкостью.
6. Оценить коллекцию самонесовместимых линий из местных сортов на устойчивость к фузариозному увяданию, выделить источник устойчивости.
7. Оценить коллекцию линий и перспективных гибридных комбинаций на толерантность к трипсу.
8. Определить варьирование хозяйственно ценных признаков у гибридных комбинаций.

9. Изучить корреляции между проявлением признаков у родительских линий и их ОКС.

10. Выделить наиболее перспективные комбинации для условий Приднестровья, изучить их, провести станционное испытание и включить в Реестр Республики Молдова.

Научная новизна. Впервые изучено проявление самонесовместимости у растений сортов Молдаванка, Клавдия, Чаша, Волна, Лада и созданы самонесовместимые линии с высоким уровнем ее проявления.

Проведена оценка комбинационной способности созданных линий в различных схемах скрещиваний (полная диаллельная и в схеме скрещивания двух групп генотипов).

Выявлена возможность совместного проявления гетерозисного эффекта по урожайности и лежкости при скрещивании самонесовместимых линий различного географического происхождения.

Теоретическая и практическая значимость работы. Создана коллекция самонесовместимых линий из жаростойких сортов Лада, Волна, Молдаванка, Клавдия и Чаша. Выделены линии удачно сочетающие высокую ОКС по урожайности и лежкости (Мл 3 и Кл 5) и на их базе созданы первые F_1 гибриды, сочетающие комплекс полезных признаков и свойств – высокую урожайность, жаростойкость, лежкость, устойчивость к фузариозному увяданию, превосходные вкусовые качества, высокое содержание биологически ценных компонентов – сухое вещество 9-10 %, сахар 4,5-5,0 %, аскорбиновая кислота 45-50 мг/100 г, приспособленных к возделыванию в условиях Молдовы, в частности Приднестровья. Выявлены источники (сорта Волна, Завадовская и Бирючукская) устойчивости к табачному трипсу. Созданы родительские линии и F_1 гибриды с высокой толерантностью к табачному трипсу.

Выявлено высокое проявление гетерозисного эффекта при скрещивании жаростойких самонесовместимых линий из сортов Молдаванка (Мл 3) и Клавдия (Кл 5) с линией из жаростойкого сорта Бирючукская (Бю 1) и созданы F_1 гибриды, превосходящие сорт Завадовская по устойчивости к фузариозу, по морфологической однородности, урожайности, засолочным качествам и отличающиеся высокой толерантностью к трипсам.

Гибриды F_1 Вернисаж (Мл 3-484 х Фл 4у) в 2011 году, F_1 Батал (Кл 5-48511 х Бю 1) и F_1 Шедевр (Мл 3 х Бю 1) в 2014 году включены в Государственный Реестр Республики Молдова под номерами 0912193; 0912843 и 0913120 соответственно, а гибридная комбинация Кл 5-485 х Фл 4 у под названием Пейзаж F_1 внесена в 2017 году в Реестр Республики Молдова под номером 0913693.

Методология и методы исследования. Мировой тренд селекции перекрестноопыляемых культур переход от создания сортов-популяций к селекции F_1 гибридов. В работе использованы современные апробированные методы классической селекции, представленные в схеме создания двухлинейных F_1 гибридов различных капустных овощных культур на базе самонесовместимости (Монахос Г.Ф., 2007). Оценку степени проявления самонесовместимости проводили путем гейтеногамного опыления цветков и вручную вскрытых бутонов каждого растения, а определение типа взаимодействия аллеля гена самонесовместимости по результатам завязываемости в системе полных диаллельных скрещиваний в потомствах гетерозигот, используя основы генетического анализа (Крючков А.В., 1990, Монахос Г.Ф. и др., 2009). Гомозиготизацию линий по хозяйственным признакам проводили принудительным самоопылением и отбором наиболее выровненных потомств. Оценку комбинационной способности самонесовместимых инбредных линий – по результатам полевого испытания F_1 гибридов, полученных в двух схемах скрещиваний: скрещивание двух групп генотипов и полная диаллельная схема. Исходя из этого, разработана программа исследований.

Степень достоверности и апробации результатов. Исследования выполнены по методикам, рекомендованным научными учреждениями РФ и Республики Молдова. Заключение и предложения подтверждены экспериментальными исследованиями, статистической обработкой полученных результатов. Основные положения диссертации представлены на научных международных конференциях: Международная научно-практическая конференция «Основные направления научно-технического прогресса в овощеводстве стран СНГ и Балтии» (Минск,

2006). Международная научно-практическая конференция «Достижения и приоритетные направления в селекции и семеноводстве капустных видов растений» (Харьков, п/о Селекционное, 2007). Международная научно-практическая конференция «Капустные овощные культуры. Актуальные вопросы селекции и семеноводства. Современные технологии выращивания» (Краснодар, 2010). Международная научно-практическая конференция «Создание генофонда овощных и бахчевых культур с высоким адаптивным потенциалом и производство экологически чистой продукции» (Днепропетровск, 2014), участие на международной выставке в Румынии. Производственная проверка перспективных F₁ гибридов проведена в ООО «Рустас», с. Карагаш, Слободзейского района.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Насыщенность местных сортов Молдаванка, Лада, Клавдия, Волна и Чаша самонесовместимыми растениями и степень ее проявления позволяют создавать самонесовместимые инбредные линии.
2. Общая и специфическая комбинационная способность – важный этап в селекции F₁ гибридов, сочетающих комплекс хозяйственно ценных признаков и свойств – высокую урожайность, лежкость и жаростойкость при скрещивании линий из местных сортов с линиями сорта-типа Лангендейкская зимняя.
3. Сорта Завадовская, Волна и Бирючукская – источники устойчивости к трипсу.

Личный вклад автора в разработку и осуществление научно-исследовательской работы по теме диссертации составляет 90 %. Результаты экспериментальных и теоретических исследований получены автором лично. Теоретическая часть (обзор литературы) подготовлена автором самостоятельно. Диссертант проводила скрещивания в регулируемой теплице ООО «Селекционная станция им. Н.Н. Тимофеева», полученные гибридные образцы и линии оценивала в открытом грунте. Проводила фенологические наблюдения, учеты и измерения. Соискателю принадлежат разработка программы исследования, разработка схем и проведение основных экспериментов, теоретическое обобщение полученных результатов. Диссертация является завершённым научным трудом и представлена впервые.

Связь работы с научными проектами и программами. Исследования проводились согласно тематическому плану задания Министерства сельского хозяйства и природных ресурсов ПМР на проведение научных исследований в лаборатории селекции Приднестровского научно-исследовательского института сельского хозяйства в 2006-2016 годах.

Публикации результатов исследований. По теме диссертации опубликовано 10 статей, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК министерства образования и науки РФ, получено 4 авторских свидетельства Республики Молдова, 2 патента ПМР. Гибриды F₁ Батал и F₁ Шедевр получили дипломы и золотые медали за участие в Международной выставке в Клуж-Напока. Гибрид F₁ Вернисаж удостоен диплома Международной выставки (Румыния).

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа изложена на 137 страницах компьютерного текста, состоит из введения, основной части, представленной 5 главами, заключения (рекомендации производству, перспективы дальнейшей разработки темы исследований), список литературы и приложения.

Работа включает 36 таблиц и 23 приложения. Библиографический список включает 221 источник, в том числе 66 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение. Обоснована актуальность темы диссертации, степень ее разработанности, поставлены цель и задачи исследования, отражена научная новизна работы, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования, степень достоверности результатов, апробация и производственная проверка результатов исследования, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, представлен личный вклад автора в разработку и осуществ-

вление научно-исследовательской работы, связь работы с научными проектами и программами, публикации по теме исследований, структура и объем диссертационной работы.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Глава 1. Обзор литературы

В данной главе представлен глубокий анализ научной литературы по изучаемым вопросам.

Глава 2. Условия, материал и методика проведения исследований

Климат Республики Молдова – умеренно-континентальный, формирующийся в основном под влиянием влажных масс атлантического происхождения. Характеризуется короткой, но сравнительно теплой зимой и продолжительным жарким летом. Особенности климатических условий являются обилие тепла и света, сильная неустойчивость погоды, периодические засухи, интенсивные ливни, резкие перепады температур (особенно зимой и в переходные периоды).

Погодные условия в период вегетации капусты белокочанной были выше среднегодовых норм (табл. 1).

Таблица 1 – Агрометеорологические показатели за период с апреля по октябрь (2006-2008 гг.)

Показатели	Месяцы							Среднее
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	
2006 год								
Температура воздуха, °С	12,6	15,9	20,2	22,1	22,9	17,0	11,5	17,4
Среднеголетняя норма	9,7	16,1	19,5	22,0	21,0	16,2	9,2	16,2
Количество осадков, мм	18,1	53,3	63,8	41,7	38,8	75,4	7,8	42,7
Среднеголетняя норма	31,0	40,0	68,0	49,0	46,0	33,0	29,0	42,3
Влажность воздуха, %	64,8	65,3	68,7	61,0	64,0	67,7	77,3	67,0
Среднеголетняя норма	65,0	57,0	64,0	68,0	62,0	65,0	62,0	63,3
2007 год								
Температура воздуха, °С	10,0	19,1	23,5	26,0	24,4	17,0	11,5	18,8
Среднеголетняя норма	9,7	16,1	19,5	22,0	21,0	16,2	9,2	16,2
Количество осадков, мм	36,2	22,8	33,3	3,7	52,5	40,7	70,6	37,1
Среднеголетняя норма	31,0	40,0	68,0	49,0	46,0	33,0	29,0	42,3
Влажность воздуха, %	57,0	59,0	53,3	45,0	57,0	67,0	76,0	59,2
Среднеголетняя норма	65,0	57,0	64,0	68,0	62,0	65,0	62,0	63,3
2008 год								
Температура воздуха, °С	11,1	15,6	20,9	22,0	23,4	15,5	12,0	17,2
Среднеголетняя норма	9,7	16,1	19,5	22,0	21,0	16,2	9,2	16,2
Количество осадков, мм	36,8	27,3	93,2	86,1	10,2	95,5	18,2	52,5
Среднеголетняя норма	31,0	40,0	68,0	49,0	46,0	33,0	29,0	42,3
Влажность воздуха, %	77,0	69,0	65,0	65,0	59,0	71,0	78,0	69,1
Среднеголетняя норма	65,0	57,0	64,0	68,0	62,0	65,0	62,0	63,3

Наиболее близкими к среднегодовым данным были температурные показатели, но и здесь наблюдали некоторые отклонения: средняя температура воздуха в 2006 году была выше на 1,2° среднегодового значения; в 2007 году на 2,6°; а в 2008 году – на 1°С.

Сумма осадков составила в 2006 году – 299 мм, 2007 году – 260 мм, в 2008 – 368 мм, в сравнении со среднегодовым количеством – 296 мм.

Влажность воздуха была в среднем 67,0 %, 59,2 %, 69,1 % соответственно годам, среднемноголетняя – 63,3 %.

Таким образом, в 2006 и 2008 годах погодные условия соответствовали среднемноголетним, а в 2007 году были крайне неблагоприятными для выращивания капусты, так как за период май-апрель выпало меньше осадков.

2.2. Характеристика почвенных условий

Почвенный покров территории Республики неоднороден и мозаичен, однако преобладающими по площади являются черноземы. Почва в опытах – чернозем карбонатный тяжелосуглинистый, расположенный на II террасе Днестра. Содержание гумуса в метровом слое карбонатно-глинистых и суглинистых черноземов 430-315 т/га, содержание азота в слое 40 см – 120-95 ц/га.

2.3. Объекты исследований

Материалом исследований в 2006-2016 годах служили 56 материнских, 9 отцовских самонесовместимых инбредных линий, 504 гибридные комбинации капусты белокочанной, полученные в скрещиваниях двух групп различных генотипов и 42 гибридные комбинации в полной диаллельной схеме (7 x 7). В работе использовали материнские самонесовместимые линии, отличающиеся по хозяйственно ценным признакам, полученные из сортов: Лада, Молдаванка, Клавдия, Чаша, Бирючукская, Харьковская зимняя. Отцовскими формами были самонесовместимые линии, выведенные из сортов и гибридов сортотипа Лангендейкская зимняя из коллекции Селекционной станции им. Н.Н. Тимофеева (Амс 3, Апт 1, Са 1, Фл 4 у, Цв 1, Дес 1). В последующие годы проведено станционное испытание перспективных гибридных комбинаций.

2.4. Методика проведения исследований

Скрещивания двух групп генотипов и по полной диаллельной схеме проводили в зимней теплице Селекционной станции им. Н.Н. Тимофеева (РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева). Полученные семена гибридных комбинаций высевали 24-25 апреля в пленочной теплице ПНИИСХ (Приднестровье). Высадку рассады гибридов в открытый грунт проводили вручную, в фазе 5-6 настоящих листьев по схеме (90+50) x 50 см в трех-четыре повторностях. Площадь делянки – 7 м², размещение стандарта через каждые 10 делянок. В качестве стандартов были использованы F₁ гибриды Экстра, Валентина и Арривист.

Оценку гибридных комбинаций проводили на естественном инфекционном фоне, характеристика по основным хозяйственно ценным признакам и свойствам выполнялась в соответствии с методическими указаниями по селекции капусты, фитопатологическая оценка в период вегетации согласно методике ВИР (Никитина, Студенцов, 1971). Оценку на устойчивость к растрескиванию кочанов проводили в период массовой (75 %), технической спелости и перед уборкой урожая, на лежкость товарных кочанов проводили в регулируемых холодильных камерах. Биохимический состав определяли в почвенной лаборатории.

Учет урожая проводили методом прямого взвешивания кочанов с каждой делянки и повторности, с учетом стандартных, мелких, треснувших больных и недогонов.

Учет пораженности трипсом (*Thrips tabaci* Lindeman) проводили в момент уборки путем оценки степени поражения до десятого листа кочана включительно.

Математическая обработка полученных экспериментальных данных была выполнена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) и корреляционного анализа с использованием пакета Microsoft Office 2007.

Анализ ОКС и СКС родительских линий проводили по методу В.К. Савченко (метод 1 модель 1) 1978 г. и в системе полных диаллельных скрещиваний по Гриффингу (1956) и Хейману (1954).

Глава 3. Результаты исследований

3.1. Параметры модели F₁ гибридов поздней лежкой капусты белокочанной и поздней капусты, пригодной для приготовления голубцов

В связи с отсутствием F₁ гибридов отечественной селекции, пригодных для возделывания в неблагоприятных для капусты климатических условиях Молдовы, мы разработали параметры признаков моделей создаваемых гибридов, в зависимости от направления использования. Учитывая популярность у населения капусты, пригодной для приготовления голубцов, нами также разработана модель F₁ гибрида поздней капусты. Отличия этих двух моделей связаны в первую очередь с признаками, обуславливающими эти направления использования (табл. 2).

Таблица 2 – Параметры моделей создаваемых F₁ гибридов капусты белокочанной позднеспелой

Признаки	Гибриды для хранения	Гибриды для переработки
Продолжительность вегетационного периода, сутки	160-170	160-175
Выравненность	высокая	высокая
Диаметр розетки, см	50-55	55-65
Расположение листьев в розетке	полуприподнятая	полуприподнятая
Длина наружной кочерыги	15-20	15-20
Форма кочана	округлая	округло-плоская
Урожайность, т/га	70-80	80-85
Средняя масса кочана, кг	2-3	3 и более
Лежкость, %	более 80% после 4-х месяцев хранения	80% после 2-х месяцев хранения
Окраска внутренних листьев кочана	белая	белая
Толщина листа	2-3 мм	тонкий 1-2 мм
Пузырчатость листа	слабая	слабая
Величина жилок в кочанных листьях	тонкие	тонкие
Устойчивость к фузариозному увяданию	высокая	высокая
Устойчивость к трипсу	высокая, до 5 листьев	высокая, до 5 листьев
Устойчивость к сосудистому бактериозу	высокая	высокая
Устойчивость к альтернариозу	высокая	высокая
Содержание сухого вещества, %	8-10	6-8
Содержание сахаров, %	4-5	4-5
Содержание витамина С, мг/100 г	не менее 20	не менее 20
Содержание нитратов, мг/кг	не более 500	не более 500

Гибриды капусты для длительного хранения, должны формировать не очень крупный кочан (до 3-х кг) с зелеными кроющими листьями. Требования к качеству кочанов для использования в приготовлении голубцов заключаются в формировании крупных кочанов с тонкими листьями и с отсутствием крупных, грубых жилок у листьев кочана.

3.2. Оценка растений сортов селекции ПНИИСХ на проявление самонесовместимости

Средняя завязываемость при самоопылении цветков в открытом грунте у сорта Волна (2007 г.) составила 4,2 семени/стручок, а у сорта Лада – 4,7 семян/стручок. Доля растений, пригодных для создания самонесовместимых линий с завязываемостью менее одного семени на стручок, была невелика и составила 15,7 % в сорте Волна, 22,2 % в сорте Лада (табл. 3).

Таблица 3 – Распределение растений по завязываемости семян при самоопылении цветков в сортах Волна и Лада в условиях открытого грунта (Тирасполь, 2007 г.)

Сорт	Общее число растений	Завязываемость семян при самоопылении цветков, шт./стручок				
		0...1	1,1...2,0	2,1...3,0	3,1...4,0	более 4,1...
Волна	19	3	4	4	2	6
Лада	18	4	1	1	3	9
Всего:	37	7	5	5	5	15

В сорте Лада число растений завязавших более 4,1 семян/стручок при самоопылении цветков составило 50 %, такие растения можно использовать при селекции капусты на основе ЦМС в качестве фертильных аналогов стерильных линий. У растений со строгой самонесовместимостью завязываемость при гейтеногамном опылении вручную вскрытых бутонов была в пределах от 3,1 до 6,0 семян на стручок у растений сорта Волна и от 3,7 до 5,1 семян у сорта Лада.

Коэффициент корреляции между завязываемостью семян в цветках и в бутонах на обоих сортах в открытом грунте показал на наличие средней связи – $r = 0,46$ у сорта Волна и $r = 0,53$ у сорта Лада, т.е. растения со строгой самонесовместимостью хуже завязывают семена и в бутонах.

При оценке проявления самонесовместимости у маточных растений суперэлиты в условиях зимней теплицы (2004 г.) доля пригодных для селекции растений в сортах Лада, Молдаванка, Клавдия, Волна составила – 33,3 %, в сорте Чаша их не обнаружено вообще. На проявление самонесовместимости наряду с активностью S-аллеля существенное влияние оказывают и специфические полигены (А.В. Крючков, Гутиэррес, 1986), что требует анализа в течение нескольких поколений. В линиях из сортов Лада и Клавдия в третьем поколении инбридинга самонесовместимость была строгой.

Важным этапом при создании линий является проведение гибридологического анализа на гомо- и гетерозиготность по аллелям гена несовместимости. Результаты гибридологического анализа в полной диаллельной схемы показали, что в потомстве линии Мл 3 из сорта Молдаванка наблюдается 2-й тип взаимодействия S-аллелей, а Кл 1 и Кл 5 из сорта Клавдия 1-й тип.

3.3. Комбинационная способность самонесовместимых линий поздней капусты в схеме скрещиваний двух групп генотипов

3.3.1. Комбинационная способность самонесовместимых линий по урожайности

Урожайность гибридных комбинаций в 2006 году была в пределах от 33,2 т/га у гибрида Кл 5-42 х Апт 1 до 68,7 т/га в комбинации Кл 6-12 х Са 1 (табл. 4), у стандарта F₁ Экстра – 32,6 т/га.

Таблица 4 – Урожайность F_1 гибридов и эффекты ОКС
самонесовместимых линий, т/га (2006 г.)

$\frac{\text{♀}}{\text{♂}}$	Амс 3	Апт 1	Дес 1	Са 1	Фл 4у	Цв 1	gi
Лд 2-21	49,4	50,4	53,2	46,6	46,1	47,2	-1,5
Лд 2-24	48,4	41,9	47,0	44,5	56,6	39,6	-4,0
Кл 6-12	66,1	49,8	50,4	68,7	57,5	60,8	+8,6
Кл 6-18	59,1	61,4	56,3	64,0	58,3	55,2	+8,7
Кл 5-42	46,7	33,2	49,0	38,8	38,4	44,2	-8,6
Кл 5-48	53,2	38,7	40,5	52,8	48,3	34,7	-5,6
Мл 3-48	56,7	40,0	51,1	52,9	67,9	46,4	+2,2
gi	+3,9	-5,2	-0,7	+2,3	+3,0	-3,4	50,3

F_1 Экстра, ст. -32,6 т/га

$НСР_{0,05} = 8,7$

В 2006 году эффекты ОКС у материнских линий были в пределах от -8,6 до +8,7 т/га, размах варьирования составил 17,3 т или 34,3 % от средней популяционной. Максимальный положительный эффект ОКС у линий Кл 6-18 и Кл 6-12 из сорта Клавдия. Среди отцовских линий эффекты ОКС варьировали в пределах от -5,2 до +3,9, размах их варьирования был 9,1 т/га, т.е. в 1,9 раза меньшим, чем у материнских линий и составил 18,1 % от средней популяционной. Высокими эффектами ОКС выделились линии Амс 3, Фл 4 у и Са 1.

Константы СКС свидетельствуют, что они варьировали в больших пределах, чем эффекты ОКС: от -7,8 т/га в комбинации Кл 6-12 х Дес 1, до 12,4 т/га в комбинации Мл 3-48 х Фл 4 у. Размах варьирования эффектов СКС составил 20,2 т/га или 40 % от средней популяционной. Коэффициент корреляции между урожайностью гибридов и эффектами СКС показывает на отсутствие связи ($r = 0,18 \pm 0,15$).

В 2007 году урожайность была в пределах от 42,6 т/га в комбинации Ча 1-2 х Цв 1 до 89,1 т/га у Кл 5-421 х Фл 4 у (табл. 5).

Таблица 5 – Урожайность F_1 гибридов и эффекты общей комбинационной способности самонесовместимых линий, т/га (2007 г.)

$\frac{\text{♀}}{\text{♂}}$	Амс 3	Апт 1	Дес 1	Са 1	Фл 4у	Цв 1	gi
Лд 2-211	53,5	66,6	65,2	56,3	60,4	48,9	-4,71
Лд 2-212	55,8	66,1	60,1	58,5	53,7	47,8	-6,19
Лд 2-214	54,6	47,1	54,7	39,4	52,6	44,3	-14,41
Лд 2-241	56,5	67,0	67,9	55,1	60,8	59,4	-2,07
Лд 2-242	57,1	75,5	69,8	60,8	63,8	59,0	+1,14
Мл 3-482	56,7	78,3	70,2	60,7	77,8	54,3	+3,14
Мл 3-484	66,7	79,3	69,0	62,5	82,1	70,5	+8,49
Мл 3-485	74,1	81,8	65,1	62,5	72,0	58,6	+5,83
Мл 3-488	52,8	65,4	64,5	62,2	75,4	52,6	-1,04
Кл 2-2 ф 1	60,9	74,0	85,8	66,6	66,8	59,6	+5,76
Кл 2-2 ф 2	69,9	68,4	68,8	65,5	53,0	52,3	-0,04
Кл 5-421	71,0	71,7	88,9	70,9	89,1	60,4	+12,14
Кл 5-422	72,4	69,9	80,9	71,6	74,6	55,1	+7,56
Кл 5-425	62,4	65,8	67,2	68,7	71,5	58,2	+2,44
Кл 5-482	60,2	72,5	74,9	63,8	67,1	60,6	+3,32
Кл 5-484	63,4	71,2	69,2	59,7	69,6	59,0	+2,16
Кл 5-485	67,9	79,3	77,0	70,3	71,9	64,6	+8,64
Кл 5-487	57,9	68,9	73,3	70,1	64,3	58,0	+2,23
Ча 1-2	63,1	66,6	63,0	58,4	58,7	42,6	-4,46
Ча 1-3	47,0	55,2	52,0	55,1	53,0	49,3	-11,26
Ча 1-7	59,7	51,9	66,1	44,5	68,6	57,6	-5,13
Ча 1-(12)	57,2	64,6	66,0	51,4	55,3	50,0	-5,77
Ча 1-(13)	46,2	61,9	53,9	56,2	62,4	52,5	-7,67
gi	-2,89	+5,03	+5,22	-2,68	+3,09	-7,75	63,19

F_1 Валентина, ст. -57,4 т/га, сорт Клавдия – 71,8 т/га

$НСР_{0,05} = 13,2$

Анализ эффектов ОКС показал, что они были в пределах от -14,41 до 12,14. Размах варьирования составил 42,0 % от средней популяционной, что на 21,5 % больше варьирования отцовских линий. Максимальные эффекты ОКС среди материнских линий отмечены у Кл 5-421, Кл 5-422, Кл 5-485 и Мл 3-484; среди отцовских линий – Дес 1, Апт 1, Фл 4 у.

Эффекты СКС в комбинациях скрещиваний в 2007 году варьировали от -13,24 т/га до +11,63 т/га. Размах варьирования составил 39,3 % от средней популяционной.

Следует отметить, что высокая урожайность у лучших гибридов обусловлена удачным сочетанием высокой ОКС с высокой СКС родительских линий при их скрещивании. Коэффициент корреляции между урожайностью гибридов и эффектами СКС в 2007 году ($r = 0,04 \pm 0,09$) также говорит об отсутствии связи между этими показателями.

В 2008 году средняя популяционная была на 17,7 % ниже, чем в 2007 году, а урожайность варьировала в больших пределах: от 20,7 т/га до 75,8 т/га. Эффекты ОКС материнских линий были в пределах от -11,2 до +15,1 т/га. Размах варьирования составил 50,6 % от средней популяционной. Среди отцовских линий высокую ОКС имели Апт 1 и Фл 4 у. Эффекты СКС в 2008 году варьировали от -18,2 т в комбинации Ча 1-17 х Дес 1, до +16,8 т/га у Лд 2-2113 х Фл 4 у, размах варьирования составил - 35,0 т, что составляет 67,3 % от средней популяционной.

Коэффициент корреляции между урожайностью гибридов и эффектами СКС ($r = 0,16 \pm 0,09$) в 2008 году также свидетельствует об отсутствии связи между этими показателями.

Таким образом, выявлено проявление высокого гетерозисного эффекта при скрещивании линий различного географического происхождения и максимальными эффектами ОКС обладали линии из сортов Клавдия и Молдаванка, а среди отцовских Апт 1 и Фл 4 у.

3.3.2. Комбинационная способность самонесовместимых линий по лежкости

Лежкость кочанов у F_1 гибридов в 2008 году (табл. 6) варьировала в пределах от 52,1 у Лд 2-242 х Амс 3 до 80,0 % у Мл 3-482 х Фл 4 у.

Таблица 6 – Лежкость гибридов и эффекты ОКС самонесовместимых линий, % (2008 г.)

Наименование линий	Амс 3	Апт 1	Дес 1	Са 1	Фл 4 у	Цв 1	gj
Лд 2-211	70,6	71,4	71,3	67,7	74,8	69,6	+0,3
Лд 2-212	71,2	71,6	63,7	67,2	73,9	70,2	-1,0
Лд 2-214	68,2	68,6	68,8	66,5	71,2	70,1	-1,7
Лд 2-241	68,9	67,5	68,3	63,2	73,3	76,4	-1,0
Лд 2-242	52,1	68,2	67,2	62,9	70,1	65,3	-6,3
Мл 3-482	65,5	70,9	71,9	73,6	80,0	71,3	+1,6
Мл 3-484	66,1	73,9	68,9	68,6	77,6	74,8	+1,1
Мл 3-485	74,1	72,6	67,7	72,7	78,8	68,5	+1,8
Мл 3-488	70,6	71,7	70,1	73,4	74,4	74,0	+1,8
Кл 2-2 ф 1	69,3	77,2	71,8	74,4	73,1	68,9	+1,8
Кл 2-2 ф 2	71,0	73,0	73,1	69,5	72,8	71,8	+1,3
Кл 5-421	68,3	73,2	69,7	66,8	72,7	71,7	-0,2
Кл 5-422	67,3	65,0	70,8	69,9	79,1	66,5	-0,8
Кл 5-425	73,0	70,6	72,4	73,8	70,0	70,0	+1,0
Кл 5-482	63,0	73,7	70,4	74,8	75,8	77,1	+1,9
Кл 5-484	76,1	69,2	66,3	71,0	76,8	65,8	+0,3
Кл 5-485	68,9	75,7	71,8	73,9	76,3	71,8	+2,5
Кл 5-487	72,4	72,1	71,3	74,2	73,6	74,2	+2,4
Ча 1-2	70,6	77,5	69,7	73,8	74,9	68,2	+1,8
Ча 1-3	67,7	68,8	67,7	70,4	70,1	73,1	-1,0
Ча 1-12	74,0	71,3	71,8	68,4	66,5	65,0	-1,1
Ча 1-13	55,7	68,4	68,5	64,6	67,6	65,8	-5,5
gj	-2,2	+0,8	-0,9	-0,6	+3,2	-0,2	U = 70,6

Стандарты: F_1 Валентина – 76,7 %; Молдаванка – 68,3 %; F_1 Экстра – 65,6 %.

Среди трех стандартов лучшая лежкасть 76,7 % была у F_1 Валентина, которую ни одна из гибридных комбинаций существенно не превысила. Эффекты ОКС у материнских линий были в пределах от -6,3 % у линии Лд 2-242 до +2,5 % у линии Кл 5-485. Высокой ОКС по лежкости обладали линии Кл 5-485, Кл 5-487, Кл 5-482, Мл 3-485, Мл 3-488, Кл 2-2 ф 1 и Чаша 1-2.

Максимальная ОКС среди отцовских линий отмечена у Фл 4 у (+3,2), положительным эффектом ОКС отмечена и линия Апт 1. Эти линии являются уникальными, так как обладают высокой ОКС одновременно по урожайности и лежкости, среди материнских такими свойствами обладают линии Кл 5-485 и Мл 3-485.

Эффекты СКС по лежкости варьировали от -10,0 до +7,4 %, размах варьирования составил 17,4 %, что в 3,2 раза больше, чем размах варьирования отцовских линий и в 1,98 раза больше, чем размах варьирования материнских линий. Следует отметить, что высокий гетерозисный эффект по лежкости лучших гибридов обусловлен удачным сочетанием высокой ОКС с высокой СКС.

Мл 3-482 х Фл 4 у	$x_{ij} = 80,0;$	$g_i = +1,6;$	$g_j = +3,2;$	$S_{ij} = +4,6;$
Мл 3-485 х Фл 4 у	$x_{ij} = 78,8;$	$g_i = +1,8;$	$g_j = +3,2;$	$S_{ij} = +3,2;$
Мл 3-484 х Фл 4 у	$x_{ij} = 77,6;$	$g_i = +1,1;$	$g_j = +3,2;$	$S_{ij} = +2,7;$
Ча 1-2 х Апт 1	$x_{ij} = 77,5;$	$g_i = +1,8;$	$g_j = +0,8;$	$S_{ij} = +4,3$

Или за счет высокой ОКС отцовской линии в сочетании с высокой СКС:

Кл 5-422 х Фл 4 у	$x_{ij} = 79,1;$	$g_i = -0,8;$	$g_j = +3,2;$	$S_{ij} = +6,1$
-------------------	------------------	---------------	---------------	-----------------

Высокой информативностью обладает анализ гибридных комбинаций и стандартов с помощью координационного поля (рис. 1). В качестве гипотетического стандарта мы приняли условный генотип, сочетающий высокую лежкость у F_1 Валентина (76,7 %) с высокой урожайностью сорта Клавдия (71,5 т/га).

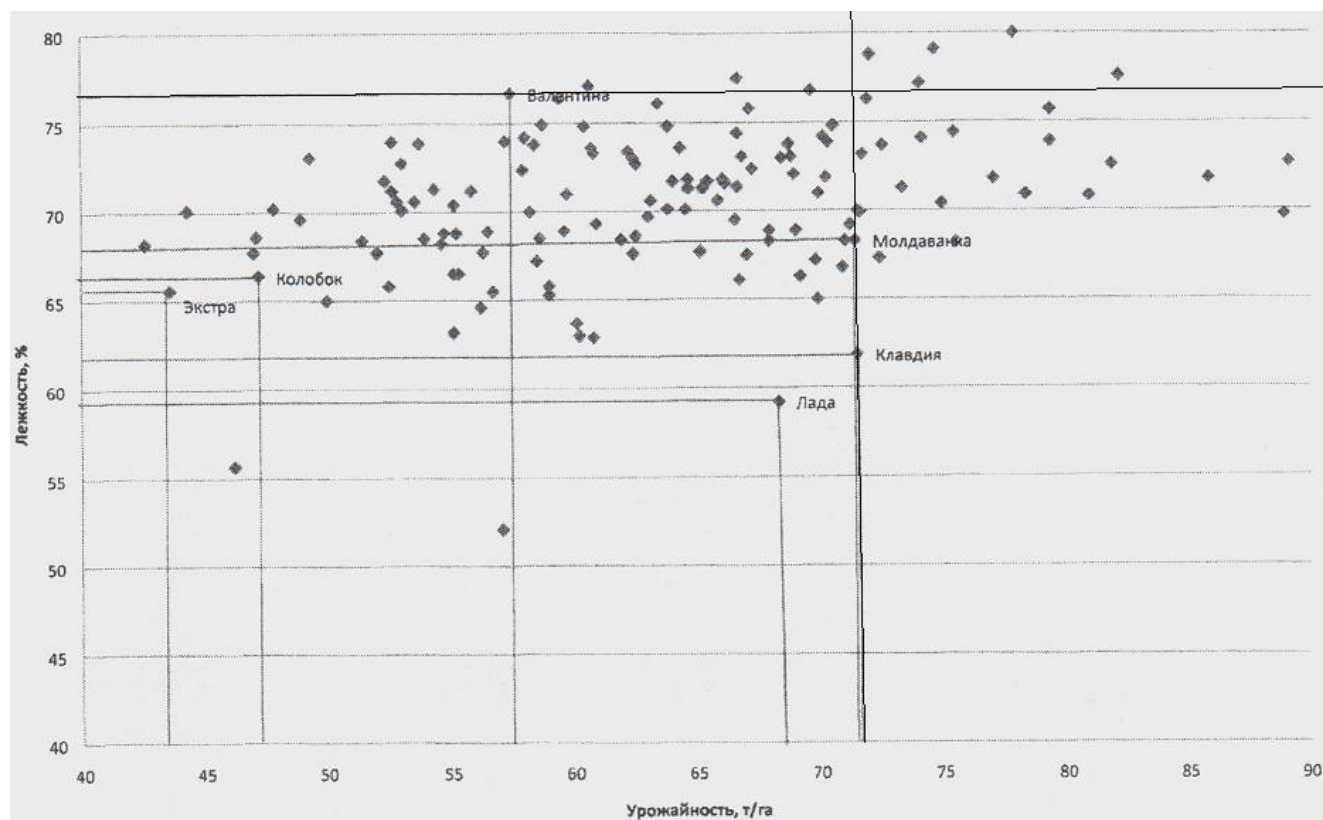


Рис.7. Расположение показателей F_1 гибридов по урожайности и лежкости на координационном поле.

В результате выделено пять комбинаций (Мл 3-484 х Фл 4 у; Мл 3-482 х Фл 4 у; Кл 2-2 ф 1 х Апт 1; Кл 5-422 х Фл 4 у; Мл 3-485 х Фл 4 у), проявляющих «конкурсный гетерозисный эффект» одновременно по обоим признакам и рекомендованных для проведения станционного и передачи в государственное сортоиспытание.

3.4. Комбинационная способность самонесовместимых линий в полной диаллельной схеме

Для создания F_1 гибридов капусты пригодной для изготовления голубцов подобраны самонесовместимые родительские линии, созданные из южных сортов: Лада, Клавдия, Молдаванка, Чаша, Бирючукская, Харьковская зимняя. Для изучения характера наследования основных хозяйственных признаков и свойств нами проведена гибридизация линий в системе полных диаллельных скрещиваний (7 х 7).

3.4.1. Комбинационная способность самонесовместимых линий по среднему диаметру розетки

Результаты дисперсионного анализа изученных генотипов в 2008 году показали существенные различия по генотипической изменчивости, а также эффектам ОКС и СКС.

У родительских линий показатель варьировал от 39,0 см у линии Мл 3 до 53,8 см у линии Кл 5, у гибридов от 43,8 в комбинации Мл 3 х Ха 6 до 75,0 см у Лд 2-2121 х Кл 5. Среднее превышение F_1 гибридов над линиями составило 33,2 %, это объясняется инбредной депрессией у линий и гетерозисным эффектом в комбинациях скрещиваний (табл. 7).

Таблица 7 – Диаметр розетки у F_1 гибридов и эффекты ОКС
у родительских линий, см (Тирасполь, 2008 г.)

<div><div>♂</div><div>♀</div></div>	Лд 2-2112	Лд 2-2121	Мл 3	Кл 5	Ча 1	Бю 1	Ха 6
Лд 2-2112	49,4	59,6	60,8	73,9	65,6	73,1	56,7
Лд 2-2121	59,2	46,8	70,3	75,0	65,6	61,8	66,5
Мл 3	63,9	62,0	39,0	60,4	54,0	61,8	43,8
Кл 5	60,9	61,3	56,9	53,8	57,5	62,4	56,2
Ча 1	59,0	61,1	53,9	57,3	39,7	52,4	46,7
Бю 1	59,6	61,6	59,6	64,1	64,1	47,5	57,6
Ха 6	58,6	61,6	53,3	51,0	52,6	60,7	39,6
g	2,7	3,4	-2,3	2,3	-3,0	1,62	-4,8
ME	-4,0	-4,5	1,3	3,8	4,1	0,8	-1,5
F1-p	13,1	17,1	19,3	7,7	17,8	14,1	15,9
NSR (x) = 10,4	NSR (OKC) = 4,7			NSR (ME) = 4,7			
Средняя линий = 45,1 см; Средняя F1 гибридов = 60,1 см							

Эффекты ОКС линий варьировали в пределах от -4,8 см у Ха 6 до 3,4 см у Лд 2-2121. Высоким эффектом ОКС обладали также линии Лд 2-2112, Кл 5 и Бю 1, низким эффектом ОКС линии Ха 6, Ча 1 и Мл 3.

Константы СКС были в пределах от -4,7 см в комбинации Лд 2-2121 х Лд 2-2112 до 7,5 см в комбинации Ха 6 х Лд 2-2121. Самая крупная розетка в комбинации Лд 2-2121 х Кл 5 (75,0 см) обусловлена высокой ОКС обоих родителей и высокой СКС.

Анализ генетических факторов по Хейману показал существенное различие по аддитивным и доминантным эффектам. Доминантные эффекты однонаправлены и распределены между

линиями равномерно. Существенная роль в контроле признака принадлежит специфическим взаимодействиям генов.

Анализ парных коэффициентов корреляции показывает на высокую связь между диаметром розетки родительских линий и их эффектом ОКС ($r = 0,87 \pm 0,22$). Высокая отрицательная корреляция ($r = -0,89 \pm 0,21$) между суммой ковариаций родитель-потомок и вариаций потомков (гибридных комбинаций) материнских линий ($W_r + V_r$) и диаметром розетки родительской линии говорит о доминантном характере контроля этого количественного признака. Высокая отрицательная корреляция ($r = -0,88 \pm 0,22$) между суммой ковариаций родитель-потомок ($W_r + V_r$) и эффектом ОКС линии говорит о том, что высокая ОКС контролируется доминантными генами.

3.4.2. Комбинационная способность самонесовместимых линий по средней высоте наружной кочерыги

Высота наружной кочерыги в 2008 году у родительских линий варьировала от 8,9 см у линий Мл 3 до 18,8 см у линии Лд 2-2121. У F_1 гибридов размах варьирования был больше, чем у родительских линий и составил в пределах от 7,6 см в комбинации Кл 5 x Ха 6 до 21,6 см в комбинации Бю 1 x Лд 2-2121, среднее значение родительских линий оказалось больше на 4,8 %, чем у F_1 гибридов (табл. 8), т.е. в целом по опыту гетерозисный эффект по этому признаку отсутствует.

Таблица 8 – Высота наружной кочерыги у F_1 гибридов и эффекты ОКС

родительских линий, см, 2008 г.

♀ \ ♂	Лд 2-2112	Лд 2-2121	Мл 3	Кл 5	Ча 1	Бю 1	Ха 6
Лд 2-2112	14,20	10,45	8,90	9,75	14,90	12,75	12,50
Лд 2-2121	18,80	18,75	12,55	9,85	15,75	13,60	10,70
Мл 3	11,55	13,45	8,90	8,75	10,95	14,05	12,25
Кл 5	10,60	9,50	11,20	9,95	9,90	10,70	7,60
Ча 1	12,75	12,85	14,00	9,60	13,35	13,25	10,95
Бю 1	18,00	21,60	12,55	10,05	12,95	12,45	11,85
Ха 6	12,35	14,90	13,50	12,05	11,75	13,60	13,10
g	0,52	1,94	-0,92	-2,49	0,14	1,11	-0,30
ME	2,11	0,21	0,24	0,08	0,40	-1,29	-1,76
F_1 - p	-1,42	-5,08	3,08	0,01	-0,88	1,30	-1,10

Средняя линий – 13,0 см; Средняя F_1 гибридов – 12,4 см

NSR(x) = 3,24

NSR(oks) = 1,24

NSR(ME) = 1,44

Это можно объяснить инбредной депрессией линий, приводящей к более позднему формированию кочана.

Эффекты ОКС линий варьировали в пределах от -2,49 см у линии Кл 5 до 1,94 см у линии Лд 2-2121. Положительным эффектом ОКС обладали также линии Лд 2-2112, Бю 1 и Ча 1. Константы СКС были в пределах от -1,84 см в комбинации Мл 3 x Лд 2-2112 до 2,10 см в комбинации Бю 1 x Лд 2-2121. У гибрида с высокой наружной кочерыгой (Бю 1 x Лд 2-2121) -21,6 см величина признака обусловлена высокой ОКС обоих родителей и высокой СКС.

Корреляционная связь между высотой наружной кочерыги родительских линий и эффектом ОКС высокая ($r = 0,82 \pm 0,26$). Высокая положительная корреляция ($r = 0,73 \pm 0,31$) между показателем $W_r + V_r$ и высотой наружной кочерыги родительской линии говорит о рецессивном характере наследования высокой кочерыги. Следует отметить, что высокая ОКС проявляется за

счет большего числа рецессивных генов (коэффициент корреляции между показателем $Wg + Vg$ и эффектом ОКС составил $0,91 \pm 0,18$).

Дисперсионный анализ генотипических факторов по Хейману показал на существенные различия между линиями по аддитивным и доминантным эффектам.

Доминантные эффекты разнонаправлены (незначимость $b1$), распределены между линиями неравномерно (значимость $b2$). В контроле признака существенную роль играют специфические взаимодействия (значимость $b3$) и плазмогены (значимость показателя c и d). Соотношение доминантных эффектов к аддитивным $H1/D = 0,74$ говорит о том, что в контроле признака преобладает неполное доминирование.

3.4.3. Комбинационная способность самонесовместимых линий по урожайности

У родительских линий урожайность была очень низкой и колебалась в пределах от 12,8 до 29,7 т/га. Превышение F_1 гибридов над линиями составило 196 %. Такие большие различия можно объяснить сильной инбредной депрессией родительских линий и гетерозисным эффектом F_1 гибридов (табл. 9).

Таблица 9 – Урожайность F_1 гибридов и эффекты ОКС

самонесовместимых линий капусты, т/га, Тирасполь 2008 г.

♀ \ ♂	Лд 2-2112	Лд 2-2121	Мл 3	Кл 5	Ча 1	Бю 1	Ха 6
Лд 2-2112	17,1	43,3	61,6	64,4	62,2	117,3	75,9
Лд 2-2121	17,7	12,8	74,1	73,6	66,5	71,0	78,9
Мл 3	70,9	76,7	29,7	79,8	65,6	89,8	64,4
Кл 5	82,5	77,7	57,7	28,0	73,2	94,6	76,0
Ча 1	79,1	49,6	71,1	67,2	27,5	54,9	49,1
Бю 1	57,2	73,9	67,8	82,3	84,9	26,0	76,3
Ха 6	73,8	73,9	76,5	43,6	50,5	72,0	23,4
g	-2,93	-5,62	2,46	3,40	-3,72	8,06	-1,65
ME	-6,22	1,89	-5,46	-7,26	4,54	8,19	4,33
F-p	50,07	51,95	41,60	44,74	36,96	52,51	44,15

NSR(x) = 19,25

NSR(oks) = 4,35

NSR(ME) = 13,20

Среднее по линиям 23,5 т/га; Среднее по F_1 гибридам 69,5 т/га

Стандарты: Завадовская – 56,2 т/га, Волна – 77,4 т/га; Клавдия – 64,6 т/га.

Урожайность стандартов была в пределах от 56,2 т/га у сорта Завадовская до 77,4 т/га у сорта Волна. Только комбинация Лд 2-2112 x Бю 1 существенно превзошла сорт Волна и 15 гибридных комбинаций существенно превзошли сорт Завадовская. Анализ эффектов ОКС показал варьирование от -5,6 (у линии Лд 2-2121) до 8,06 т/га (у линии Бю 1), который является максимальным. У урожайных F_1 гибридов Мл 3 x Бю 1 и Кл 5 x Бю 1 удачное сочетание высокой ОКС родительских линий с высокой СКС при скрещивании. У комбинации Лд 2-2112 x Бю 1 наблюдается очень высокий реципрокный эффект. Связь между урожайностью линий и эффектом ОКС была средней силы ($r = 0,63 \pm 0,35$), что не позволяет надежно прогнозировать гетерозисный эффект по урожайности, на основе показателей самой линии.

Между показателем $Wg + Vg$ и урожайностью линии выявлена высокая отрицательная корреляция, что говорит о доминантном характере контроля высокой урожайности. Однако связь между ОКС и числом доминантных генов – средней силы $r = -0,46 \pm 0,40$.

Анализ генетических факторов по Хейману показал, что линии существенно различались по аддитивным и доминантным эффектам. Доминантные эффекты преимущественно однонаправлены и распределены между линиями неравномерно. Существенное влияние на варьирование

гибридов по урожайности оказывают специфические взаимодействия генов и реципрокные эффекты.

Таким образом, выделены три самонесовместимые линии Мл 3, Кл 5 и Бю 1 с высокой комбинационной способностью, позволившие создать высокоурожайные гибридные комбинации (Мл 3 х Бю 1 и Кл 5 х Бю 1) для стационарного сортоиспытания.

3.5. Оценка выравненности F₁ гибридов в годы исследований

Во все годы наиболее сильно варьировала масса кочана, меньше высота наружной кочерыги и меньше всего диаметр розетки. В 2006 году выявились комбинации с высокой выравненностью кочанов и диаметра розетки (Лд 2-21 х Са 1).

В 2007 году изменчивость по признаку «масса кочана» была средней у гибридных комбинаций Лд 2-242 х Дес 1 (16,2 %), Мл 3-485 х Фл 4 ф (17,9 %) и Кл 5-425 х Фл 4 ф (18,8 %).

В 2009 году практически все комбинации за исключением Фл 4 уф х Мл 3-62, Кл 2-2 ф 116 х Фл 4 и Лд 2-В1 х Са 1 по выравненности не уступали зарубежному стандарту F₁ Атрия. Исключительная однородность растений по массе кочана отмечена в комбинациях Кл 2-2 ф 116 х Са 1 и Лд 2 б1 х Фл 4 (табл. 10).

Таблица 10 – Вариабельность признаков гибридов F₁ капусты белокочанной, V, % (2009 г.)

Образец	Масса кочана	Диаметр розетки	Высота наружной кочерыги
Мл 3-б1 х Апт 1	15,7	18,3	10,7
Мл 3-б2 х Фл 4	17,4	11,2	13,2
Фл 4 уф х Мл 3-б2	22,6	11,1	10,3
Мл 3-б5 х Фл 4	19,3	11,7	16,0
Фл 4 уф х Мл 3-б5	10,6	13,9	15,8
Мл 3-1 х Апт 1	17,9	12,4	14,4
Мл 3-2 х Фл 4 уф	12,9	10,2	8,6
Фл 4 уф х Мл 3-2	16,4	11,1	15,7
Кл 5-42531 х Фл 4	15,6	11,6	13,8
Кл 5-48511 х Са 1	15,5	11,5	14,2
Мл 3-б1 х Бю 1	17,4	8,8	11,6
Кл 5-48518 х Са 1	13,5	12,1	14,6
Кл 5-48511 х Бю 1	13,1	12,2	11,7
Кл 5-4212 х Бсф 1	10,2	10,5	22,2
Кл 5-4822 х Кау 1	7,7	10,0	12,9
Кл 2-2 ф 116 х Амс 3	19,0	12,0	12,0
Кл 2-2 ф 116 х Апт 1	7,5	12,4	16,1
Кл 2-2 ф 116 х Са 1	6,3	11,1	22,0
Кл 2-2 ф 116 х Фл 4	23,5	11,0	18,8
Кл 2-2 ф 116 х Дес 1	9,4	13,4	20,5
Лд 2-б1 х Амс 3	14,4	5,4	17,2
Лд 2-б1 х Са 1	10,2	9,5	15,2
Лд 2-в1 х Са 1	21,7	10,6	17,9
Лд 2-б1 х Фл 4	6,2	13,3	15,4
Лд 2-24281 х Фл 4	17,5	11,9	17,5
Фл 4 уф 1 х Лд 2-24281	19,7	10,2	10,8
Фл 4 уф 2 х Лд 2-24281	18,4	12,1	9,1
F ₁ Атрия, стандарт	18,9	10,1	15,7
F ₁ Валентина, стандарт	13,7	14,1	11,2
Среднее	14,9	11,5	14,6

3.6. Корреляции между важнейшими признаками F₁ гибридов

Нами рассматривалась корреляционная зависимость между девятью количественными признаками: диаметр розетки, высота растения, диаметр кочана, высота кочана, высота наружной кочерыги, диаметр кочерыги, количество листьев, масса кочана и лежкость. Сильная корреляционная взаимосвязь наблюдалась только между высотой растения и высотой наружной кочерыги ($r = 0,71 \pm 0,06$).

Отсутствие тесной связи говорит о том, что в представленном многообразии генотипов возможны любые сочетания проявления изученных признаков.

3.7. Оценка на пригодность к квашению кочанов гибридов капусты белокочанной и приготовления голубцов

Наивысшую дегустационную оценку 4,7-4,8 квашеной капусты через пять месяцев изготовления в 2011-2013 годах, получили гибриды F₁ – Вернисаж, Пейзаж, Батал, Барыня и Шедевр, в сравнении с популярным в Приднестровье зарубежным гибридом стандартом F₁ Арривист – 4,5.

При определении пригодности сырья для приготовления голубцов гибриды F₁ Батал и F₁ Шедевр получили наивысшую оценку «5», в сравнении со стандартным сортом Завадовская – «4,9».

Таким образом, коллекция самонесовместимых линий капусты белокочанной из местных сортов Молдаванка и Клавдия позволила создать гибриды на уровне лучших мировых стандартов, как по урожайности, так и по вкусовым качествам и пригодности для переработки.

3.7.1. Технический анализ кочанов позднеспелых гибридов

Технический анализ кочанов гибридов и гибридных комбинаций показал преобладание округлой и округло-плоской формы кочана, средним весом 1,5-3,3 кг. По плотности 4,9 балла, на уровне стандарта F₁ Агрессор, были гибриды Мл 3 х Цр 1-1 и F₁ Вернисаж, остальные имели от 4,3 (Мл 3 х Агр 2-1) до 4,8 балла (Агр 2 ф 5 х Мл 3). Размер внутренней кочерыги не должен превышать 40% от высоты кочана (Леунов, И.И., 1985). Наилучшие показатели у гибридов – 41 % у F₁ Шедевр, 43 % у F₁ Барыня, F₁ Вернисаж и F₁ Батал – 45 %, против стандарта – 48 %. Значения этого показателя для остальных гибридов варьировали от 49 до 57 %.

Следовательно, необходима улучшающая селекционная работа по созданию гибридов с неглубоким залеганием кочерыги.

Глава 4. Оценка линейного материала на устойчивость к болезням и толерантность к вредителям

4.1. Селекция на толерантность к трипсу

В нашем исследовании выявлено большое генотипическое разнообразие по степени поражения кочанных листьев к трипсу. В 2009 году на довольно жестком инфекционном фоне выявилось сильное поражение 4-х и более листьев у большинства гибридных комбинаций, сорта Молдаванка и стандарта F₁ Валентина. Высокую толерантность проявили три гибридные комбинации, полученные гибридизацией с линией Бю 1 из сорта Бирючукская: Мл 3-62 х Бю 1, Кл 5-48511 х Бю 1, Кл 5-48512 х Бю 1, среднее число пораженных трипсом листьев (3,0; 1,8; 1,4) соответственно (табл. 11).

Корреляционный анализ между числом пораженных листьев в кочане и биохимическими показателями не выявил тесных связей, так между средним числом пораженных листьев в кочане и содержанием сухого вещества ($r = 0,41 \pm 0,21$), между средним числом пораженных листьев

трипсом и общего сахара ($r = 0,16 \pm 0,23$), между средним числом листьев пораженных трипсом и содержанием аскорбиновой кислоты ($r = 0,19 \pm 0,23$), между средним числом пораженных листьев трипсом и содержанием нитратов ($r = -0,12 \pm 0,23$). Эти сведения согласуются с результатами, полученными В.А.Прокоповым (2016).

Оценка образцов в 2013 году показала высокую толерантность к трипсу у сортов Завадовская, Волна, а также F_1 гибридов Орбита и Олимп. Высокой устойчивостью, как и в 2009 году вновь выделились гибридные комбинации, в которых одним из родителей была линия Бю 1.

Таким образом, при селекции на толерантность к трипсу можно рекомендовать сорта Завадовская, Волна и Бирючукская.

Таблица 11 – Поражение листьев кочана трипсом и химический состав у гибридов F_1 капусты (Тирасполь, 2009 г.)

Гибрид	Среднее число листьев в кочане, пораженных трипсом	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Нитраты, мг/кг
F_1 Атрия, стандарт	4,8	9,4	4,6	2,95	231
F_1 Валентина, стандарт	5,5	9,4	5,1	49,1	163
Молдаванка, стандарт	4,0	9,6	5,8	28,3	206
Фл 4 уф х Мл 3-б2	5,4	9,9	5,2	30,5	461
Мл 3-б4 х Фл 4 уф	9,3	9,7	4,6	38,3	231
Мл 3-в1 х Фл 4 уф	5,6	9,3	4,4	42,4	82
Фл 4 уф х Мл 3-в2	6,6	10,0	6,3	28,5	146
Мл 3-в7 х Фл 4 уф	6,2	9,4	4,8	37,9	130
Кл 5-42531 х Фл 4 уф	7,6	9,7	5,5	37,9	183
Кл 5-48512 х Са 1	4,5	9,8	4,6	46,1	461
Мл 3-б2 х Бю 1	3,0	9,0	5,5	36,5	410
Кл 5-48511 х Бю 1	1,8	8,0	4,4	36,5	103
Кл 5-48512 х Бю 1	1,4	8,5	4,7	27,5	461
Кл 2-2 ф 116 х Амс 3	6,8	10,3	7,2	31,5	461
Кл 2-2 ф 116 х Фл 4 уф	9,2	9,8	4,9	28,5	410
Лд 2-б1 х Амс 3	6,4	9,7	6,1	54,3	163
Лд 2-б1 х Са 1	7,2	8,4	5,3	47,6	231
Лд 2-24281 х Фл 4 уф	6,4	8,2	4,4	28,5	231
Фл 4 уф 1 х Лд 2-24281	8,2	9,0	5,1	48,4	163
Фл 4 уф 3 х Лд 2-24281	6,4	8,8	4,7	37,2	493

4.2. Устойчивость к фузариозному увяданию

Результаты оценки показали, что из девяти испытываемых материнских линий, устойчивые растения были обнаружены в линиях – Кл 5-48, Кл 5-42 и Кл 2-2 ф из сорта Клавдия (табл. 12).

Таким образом, гены устойчивости следует искать в сорте Клавдия. Среди линий-опылителей генетической устойчивостью к фузариозному увяданию обладают линии Апт 1, Са 1, Амс 3, Фл 4, Бю 1.

Учитывая моногенный доминантный контроль устойчивости, все F₁ гибриды, полученные гибридизацией с этими отцовскими линиями, обладают генетической устойчивостью к этому заболеванию.

В сортах Молдаванка и Лада устойчивые растения отсутствуют, что объясняется их происхождением.

Таблица 12 – Результаты оценки устойчивости к фузариозному увяданию на искусственном инфекционном фоне, Москва, 2008 г.

Образец	Общее число растений, шт.	Число устойчивых растений, шт.	Доля устойчивых растений, %
Мл 3-42	20	0	0
Мл 3-48	20	0	0
Лд 2-24	20	0	0
Лд 2-21	20	0	0
Кл 5-42	20	6	30
Кл 5-48	20	14	70
Кл 6-12	20	0	0
Кл 6-18	20	0	0
Кл 2-2ф	20	20	100
Апт 1	20	20	100
Са 1	20	20	100
Амс 3	20	20	100
Фл 4	20	20	100
Бю 1	20	20	100
Молдаванка, суперэлита	20	0	0
Лада, суперэлита	20	0	0

Глава 5. Станционное испытание

5.1. Станционное испытание перспективных гибридных комбинаций

В 2009-2011 годах представлена характеристика лучших гибридных комбинаций, выделившихся по комплексу признаков. У гибридов средняя масса кочана была от 2,38 до 3,33 кг, у стандарта F₁ Арривист – 2,22 кг. Дегустационная оценка квашеной капусты перспективных образцов 4,6-4,8, против стандарта – 4,3 балла. Лучшая лежкость 77,6 % отмечена у гибрида F₁ Вернисаж (Мл 3-484 х Фл 4 у). Выход товарной продукции составил минимальный 71,9 т/га (у F₁ Пейзаж) и максимальный 97,5 т/га (у F₁ Батал), что на 10,4-49,8 % выше, чем у стандарта. Первые четыре гибрида в таблице – лежкого типа с вегетационным периодом 170-182 дня, компактным типом розетки, хорошей выравненностью, плотностью кочана, обладают генетической устойчивостью к фузариозному увяданию.

Две комбинации Мл 3 х Бю 1 и Кл 5-48511 х Бю 1 имеют крупную розетку листьев, крупный кочан с тонкими листьями, хорошую выравненность и могут служить прекрасным сырьем для голубцов.

Гибридная комбинация Мл 3-484 х Фл 4у под названием Вернисаж F₁ внесена в 2011 году в Реестр Республики Молдова номером 0912193, Кл 5-48511 х Бю 1 названием Батал F₁ и Мл 3 х Бю 1 названием Шедевр F₁ внесены в 2014 году под номерами 0912843 и 0913120. Гибридная комбинация Кл 5-485 х Фл 4у под названием Пейзаж F₁ внесена в 2017 году в Реестр Республики Молдова номером 0913693.

Гибриды F₁ Вернисаж и Пейзаж зарегистрированы также в Государственном реестре Министерства юстиции Приднестровской Молдавской Республики в 2014 году по заявке № 10400069 и № 10400070 соответственно.

Гибридная комбинация Мл 3-485 х Апт 1 проходит Государственное сортоиспытание в Республике Молдова под названием Барыня F₁.

Таким образом, использование в селекционном процессе местного жаростойкого исходного материала и его гибридизация с длиннодневными линиями позволило создать F₁ гибриды с новым сочетанием признаков и свойств.

5.2. Экономическая эффективность созданных гибридов F₁ капусты белокочанной

Расчет экономической эффективности гибридов F₁ капусты белокочанной в 2014-2016 годах показывает, что наименьшее превышение урожайности гибридов в сравнении со стандартом F₁ Арривист составляет 6,8 т/га у гибрида F₁ Пейзаж, наибольшее – 32,4 т/га у F₁ Батал, или составляет 10,0-50,0 %. Уровень рентабельности новых гибридов составила – 130-162 %.

С учетом уровня рентабельности перспективных гибридов капусты белокочанной, целесообразно их внедрение в производство для условий Республики Молдова.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Скрещиванием самонесовместимых инбредных линий, созданных из жаростойких короткодневных местных сортов Клавдия и Молдаванка с линиями сортотипа Лангендейкская зимняя возможно создание F₁ гибридов, проявляющих гетерозис одновременно, как по урожайности, так и лежкости. В нашем исследовании доля таких комбинаций была в пределах 4 %.

2. В популяциях сортов Клавдия, Молдаванка, Волна и Лада доля растений со строгой самонесовместимостью составляет 15 и более процентов, что достаточно для вовлечения этих сортов в селекцию F₁ гибридов.

3. Максимальная урожайность у F₁ гибридов (Кл 5-421 х Фл 4 у – 89,1 т/га) обусловлена положительным эффектом ОКС обоих родителей с высокой СКС. Линии с высокой ОКС по урожайности выделены из сорта Клавдия (Кл 5) и сорта Молдаванка (Мл 3).

Линии из сортов Лада и Чаша обладали низкой ОКС по урожайности.

4. В селекционной работе по созданию высокоурожайных гибридов позднеспелой капусты для длительного хранения следует использовать линии Кл 5, Мл 3, Фл 4 у и Апт 1 (сочетающие высокую ОКС по урожайности и лежкости).

5. У линий, созданных из жаростойких сортов Лада, Чаша, Клавдия, Харьковская зимняя и Бирючукская в генетическом контроле диаметра розетки и высоты наружной кочерыги преобладает неполное доминирование, а масса кочана, доминирование, сверхдоминирование и комплементарное взаимодействие.

6. Высокая корреляция между фенотипическим проявлением признака у линий и их эффектом ОКС по признакам: диаметр розетки и высота наружной кочерыги позволяет прогнозировать их селекционную ценность по фенотипу. По урожайности такая корреляция – средняя ($0,63 \pm 0,35$), поэтому необходимы полевые испытания F₁ гибридов.

7. Сорт Клавдия является источником растений с генетической устойчивостью к фузариозному увяданию, а сорта Завадовская, Волна и Бирючукская – к трипсу.

8. По результатам станционного испытания гибридные комбинации Мл 3-484 х Фл 4 у, Кл 5-48511 х Бю 1, Мл 3 х Бю 1 и Кл 5-485 х Фл 4 у под названиями Вернисаж, Батал, Шедевр и Пейзаж занесены в книгу реестра Республики Молдова и два из них F₁ Вернисаж и F₁ Пейзаж в реестр ПМР. Гибрид F₁ Барыня проходит государственное сортоиспытание.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ И СЕЛЕКЦИОННЫМ УЧРЕЖДЕНИЯМ

1. Организовать производство семян F₁ гибридов – Вернисаж, Пейзаж, Батал, Шедевр и Барыня для внедрения в производство фермерских хозяйств Молдовы.
2. Использовать сорт Клавдия в качестве источника устойчивости к фузариозному увяданию, а сорта Волна, Завадовская и Бирючукская – устойчивости к трипсу.
3. Использовать сорта Клавдия и Молдаванка при создании самонесовместимых линий с высокой комбинационной способностью по урожайности и лежкости.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Разработать основные элементы ресурсосберегающей технологии семеноводства F₁ гибридов капусты белокочанной Вернисаж, Пейзаж, Батал, Шедевр, Барыня в условиях Приднестровья.
2. На основе созданной коллекции инбредных самонесовместимых линий и генетических источников продолжить селекционную работу для создания гибридов с групповой устойчивостью к фузариозному увяданию, сосудистому бактериозу и толерантных к трипсу.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Шпак, Л.И. Лежкие гетерозисные гибриды капусты в Молдове / Л.И. Шпак, Г.Ф. Монахос // Журнал «Картофель и овощи», № 8, 2013. – С. 29-31.
2. Яновчик, О.Е. Гибриды капусты для квашения / О.Е. Яновчик, Л.И. Шпак, Г.Ф. Монахос // Журнал «Картофель и овощи», № 9, 2016. – С. 36-38.
3. Шпак, Л.И. Особенности селекции F₁ гибридов капусты белокочанной для условий Приднестровья / Л.И. Шпак, Г.Ф. Монахос // Журнал «Овощи России», 2016. – С. 12-17.

Публикации в других изданиях

1. Монахос, Г.Ф. Комбинационная способность самонесовместимых линий восточного подвида капусты белокочанной по массе кочана / Г.Ф. Монахос, Л.И. Шпак // Доклады ТСХА, вып. 279, Ч. 1. – М., 2007. – С. 446-449.
2. Шпак, Л.И. Оценка комбинационной способности самонесовместимых линий поздней капусты / Л.И. Шпак // Українська академія аграрних наук інститут овочівництва і баштанництва. Овочівництво і баштанництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. 53. – Харків, 2007. – С. 21-24.
3. Монахос, Г.Ф. Результаты селекции позднеспелой жаростойкой белокочанной капусты для южных регионов / Г.Ф. Монахос, Л.И. Шпак // Сборник материалов Международной научной конференции г. Краснодар, 12-14 октября 2010 г. – Краснодар, 2012. – С. 60-65.

4. Шпак, Л.И. Комбинационная способность самонесовместимых линий капусты белокочанной по средней массе кочана и лежкости / Л.И. Шпак // Приднестровский Орден Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Овощебахчевые, зерновые культуры и картофель. – Доклады научно-практической конференции, посвященной 80-летию института. – Бендеры, 2010. – С. 89-96.

5. Шпак, Л.И. Создание гетерозисных позднеспелых гибридов капусты белокочанной в Молдове / Л.И. Шпак, Г.Ф. Монахос // Створення генофонду овочевих і баштанних культур з високим адаптивним потенціалом та виробництво екологічно чистої продукції. – Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (29 серпня 2014 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська обл., Україна. – Олександрівка, 2014. – С. 90-91.

6. Ботнар, А.Л. Создание самонесовместимых инбредных линий среднепоздней капусты белокочанной и оценка комбинационной способности / А.Л. Ботнар, Л.И. Шпак, Г.Ф. Монахос // Створення генофонду овочевих і баштанних культур з високим адаптивним потенціалом та виробництво екологічно чистої продукції. – Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (29 серпня 2014 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська обл., Україна. – Олександрівка, 2014. – С. 5-6.

7. Шпак, Л.И. Создание позднеспелых F₁ гибридов капусты белокочанной в условиях Приднестровья / Л.И. Шпак, Г.Ф. Монахос // Международная научно-практическая конференция «Современное состояние и перспективы инновационного развития сельского хозяйства». Доклады конференции, посвященной 85-летию со дня основания института 16-17 ноября 2015 г. – Есо-Tiras. – Тирасполь, 2015. – С. 195-199.

Авторские свидетельства

1. Авторское свидетельство № 528.2 Капуста белокочанная Вернисаж F₁ / Л.И. Шпак, Г.Ф. Монахос, В.В. Раецкий // (Республика Молдова) от 10.02.2009, заявитель Приднестровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, № 0912193. Гибрид включен в Реестр сортов растений Республики Молдова в 2011 году.

2. Авторское свидетельство № 581.2 Капуста белокочанная Батал F₁ / Л.И. Шпак, Г.Ф. Монахос, В.В. Раецкий, А.Г. Сибилева, О.Е. Яновчик, Н.В. Цуркан, Г.В. Гажий // (Республика Молдова) от 21.02.2012, заявитель Приднестровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, № 0912843. Гибрид включен в Реестр сортов растений Республики Молдова в 2014 году.

3. Авторское свидетельство № 588.2 Капуста белокочанная Шедевр F₁ / Л.И. Шпак, Г.Ф. Монахос, М. Сердюк, А.Г. Сибилева, О.Е. Яновчик // (Республика Молдова) от 13.03.2013, заявитель Приднестровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, № 0913120. Гибрид включен в Каталог сортов растений Республики Молдова в 2014 году.

4. Авторское свидетельство № 664.2 Капуста белокочанная Пейзаж F₁ / Л.И. Шпак, Г.Ф. Монахос, В.В. Раецкий, А.Г. Сибилева, О.Е. Яновчик, Н.В. Цуркан // (Республика Молдова) от 20.02.2015, заявитель Приднестровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, № 0913693. Гибрид включен в Каталог сортов растений Республики Молдова в 2017 году.

Патенты

1. Патент на селекционное достижение № 75 Приднестровская Молдавская Республика. Капуста белокочанная Вернисаж F₁. Патентообладатель ГУ «Приднестровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», авторы Шпак Л.И., Монахос Г.Ф. (Россия), Раецкий В.В., Сибилева А.Г., Яновчик О.Е., Цуркан Н.В., Гажий Г.В. Выдан по заявке № 10400069 с датой приоритета 07.07.2010. Зарегистрировано в Государственном реестре Министерства юстиции Приднестровской Молдавской Республики 02.02.2014 г.

2. Патент на селекционное достижение № 76 Приднестровская Молдавская Республика. Капуста белокочанная Пейзаж F₁. Патентообладатель ГУ «Приднестровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», авторы Шпак Л.И., Монахос Г.Ф. (Россия), Раецкий В.В., Сибилева А.Г., Яновчик О.Е., Цуркан Н.В. Выдан по заявке № 10400070 с датой приоритета 07.07.2010. Зарегистрировано в Государственном реестре Министерства юстиции Приднестровской Молдавской Республики 02.02.2014 г.