

**Полякова Нелли Владимировна**

**СОЗДАНИЕ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА СРЕДНЕПОЗДНЕЙ  
БЕЛОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ С УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ОЖОГУ  
ВЕРХУШКИ ВНУТРЕННИХ ЛИСТЬЕВ КОЧАНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ  
ГИБРИДОВ F<sub>1</sub> В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

Специальность: 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология  
растений (сельскохозяйственные науки)

**Автореферат**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва – 2024

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный научный центр риса» (ФГБНУ «ФНЦ риса»)

**Научный руководитель:** **Королёва Светлана Викторовна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом овощекартофелеводства, ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»

**Официальные оппоненты:** **Монахос Сократ Григорьевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор РАН, заведующий кафедрой ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева»

**Осипова Галина Степановна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры плодовоовощеводства и декоративного садоводства ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

**Ведущая организация:** Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова» (ВИР)

Защита состоится \_\_\_\_\_ на заседании диссертационного совета 24.1.256.01, созданного на базе ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» по адресу: 143080, Московская область, Одинцовский г.о., п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» и на сайте <https://vniissok.ru>.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета 24.1.256.01,  
доктор сельскохозяйственных наук

Бондарева Людмила Леонидовна

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** В мировом овощеводстве капуста белокочанная (*Brassica oleracea L. convar. capitata (L.) Alef. var. alba DC*) является экономически значимой культурой.

Особую роль капусте белокочанной отводят в России, как одной из главных овощных культур, которая представляет собой ценный компонент в рациональном питании.

Востребованность белокочанной капусты в овощеводческой отрасли высока и стоит наряду с такими основными культурами как морковь, лук, свекла столовая. Площадь под капустой в России в промышленном секторе около 27 тысяч га.

За последние 10 лет, начиная с 2014 года в Государственный реестр селекционных достижений РФ было включено 40 гибридов F<sub>1</sub> капусты белокочанной средней, среднепоздней и поздней групп спелости.

Современные требования к гибридам включают совмещение хозяйственно-ценных признаков и комплексную устойчивость, влияющую товарную урожайность и качество продукции.

Для получения новых гибридов, обладающих неоспоримым преимуществом на коммерческом рынке необходимо сочетание в одном генотипе устойчивости к заболеваниям патогенного характера и к физиологическим расстройствам.

Наиболее сложное и повсеместно встречаемое физиологическое заболевание на капусте – ожог верхушки внутренних листьев кочана или (tip burn), связанное с нарушением транспорта Ca<sup>2+</sup> внутри растения под воздействием различных факторов внешней среды. Из всех способов контроля данного физиологического заболевания наиболее эффективным является выращивание высокотолерантных гибридов, на создание которых направлены данные исследования.

**Цель исследований:** изучить проявления ожога верхушки внутренних листьев кочана на гибридах капусты белокочанной среднепозднего срока созревания и разработать методы борьбы с заболеванием путем создания устойчивого селекционного материала и воздействия контролируемых агротехнических факторов в природно-климатических условиях Краснодарского края.

### **Задачи исследований:**

- оценить степень устойчивости инбредных линий капусты белокочанной к ожогу верхушки внутреннего листа кочана (tip burn);
- провести оценку комбинационной способности инбредных линий в системе неполных диаллельных скрещиваний по признакам: повреждение ожогом

верхушки внутренних листьев кочана и наиболее важным хозяйственным признакам;

- определить характер наследования признака устойчивости к физиологическому расстройству у гибридов белокочанной капусты среднепозднего срока созревания; и разработать принцип подбора пар для создания устойчивых гибридов  $F_1$ ;
- выявить проявление ожога верхушки внутренних листьев кочана на гибридах с разной степенью устойчивости при выращивании на высоком азотном фоне, органо- минеральном фоне;
- установить степень влияния внекорневых подкормок водорастворимыми кальциевыми удобрениями на проявление заболевания у гибридов с разной устойчивостью;
- провести испытания и выделить перспективный гибрид для передачи в ГСИ

#### **Научная новизна.**

Впервые, в отечественной селекции, для юга России получены устойчивые самонесовместимые инбредные линии капусты белокочанной среднепозднего срока созревания с низкой комбинационной способностью по степени поражения ожогом верхушки внутренних листьев кочана.

Разработан принцип подбора родительских пар направленный на создание высокотолерантных гибридов капусты белокочанной среднепоздней группы спелости к ожогу верхушки внутренних листьев кочана.

Определен характер наследования изучаемого признака в гибридных комбинациях на основе линий с разной степенью устойчивости к ожогу верхушки внутренних листьев кочана.

В зависимости от уровня минерального питания, определены факторы контроля заболевания на гибридах с разной степенью устойчивости для условий Краснодарского края.

Получен принципиально новый генетический материал – гибриды  $F_1$ , устойчивый к стресс-факторам внешней среды характерным для зоны с засушливым климатом, отвечающий требованиям выращивания в условиях Краснодарского края по комплексу хозяйственно-ценных признаков.

#### **Практическая значимость.**

В условиях Краснодарского края выделены ценные инбредные линии с низкой комбинационной способностью по признаку поражения ожогом верхушки внутренних листьев кочана: Агр82, Тен4270, Яс25п, Бс1ф, 270 Хн111.

Разработана шкала для оценки повреждения заболеванием.

В конкурсном испытании выделены перспективные высокотолерантные гибриды:  $F_1$ (Яс25п2- х Хн270-111),  $F_1$ (Агр82 х 270 Хн 111) для передачи в ГСИ.

Одна из гибридных комбинаций включена в Госреестр в 2023 году под названием Викторина.

Рекомендованы агротехнические приемы, снижающие риски поражения заболеванием кочанов у гибридов с различной степенью устойчивости.

**Методология и методы исследования.** Исследования выполнены по методикам, рекомендованным научными учреждениями, согласно классическим и современным методам селекции.

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. Комбинационная способность по признаку ожог верхушки внутренних листьев кочана в условиях Краснодарского края.

2. Характер наследования признака устойчивости к внутреннему ожогу

3. Влияние уровня минерального питания на проявление ожога верхушки внутренних листьев кочана в природно-климатических условиях Краснодарского края.

4. Инбредные линии капусты белокочанной и гибридные комбинации на их основе с устойчивостью к ожогу верхушки внутренних листьев кочана и комплексом хозяйственно полезных признаков.

**Степень достоверности.** Достоверность результатов исследований обеспечена проведением опытов в соответствии с существующими методиками. Опыты были заложены с необходимым числом повторностей.

**Апробация работы.** Результаты исследований по диссертации были доложены на отчетных сессиях в 2020-2024 годах в ФГБНУ «ФНЦ риса», представлены на Международных научно-практических конференциях (ФГБНУ «ФНЦ риса», г. Краснодар 2021-2024 гг.); на XIII Всероссийской научно-практической конференции (Казань, 30 -31 марта 2023 г.), на XI международной научно-практической конференции (15-18 июля 2024г.), Московская обл., Одинцовский г.о., п. ВНИИССОК.

**Публикации результатов исследований.** По материалам диссертации опубликовано 6 печатных работ, в том числе 2 из них – в изданиях входящих в перечень ВАК РФ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 160 страницах компьютерного текста, содержит 46 таблиц, 12 рисунков. Состоит из введения, обзора литературы, методической части, результатов исследований, заключения, рекомендаций, списка использованной литературы, приложения. Список литературы содержит 189 источников, из них - 92 на иностранных языках.

## 2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыты проводили в период 2020-2023 годов в Краснодарском крае в п. Белозерном на территории Федерального государственного научного центра риса (ФГБНУ «ФНЦ риса») в отделе овощекартофелеводства.

Получение семян гибридов проводилось в пленочной неотапливаемой теплице, все опыты закладывались в открытом грунте на капельном орошении, по предшественнику – пасленовые.

Погодные условия в годы исследований отличались по температуре в период формирования кочана и по влажности воздуха. Наиболее благоприятный год для роста и развития капусты – 2021.

Материал исследований – 10 инбредных линий белокочанной капусты, созданные в отделе овощеводств: Агр 1321, Тен 4-270, Л79, Бс1ф, Яс25п, 272Бр10, Юби 22, 269-824, Агр 82, 270-Хн111а, 45 гибридов F<sub>1</sub>; гибриды F<sub>1</sub> различного происхождения: Доминанта F<sub>1</sub> (Селекционная станция им. Н.Н. Тимофеева), Green Boy F<sub>1</sub> (компания Sakata), (Хн861 x Агр 1321) F<sub>1</sub> (ФГБНУ «ФНЦ риса»). Гибриды F<sub>1</sub>: (Тен 4272 x Юби 122с); F<sub>1</sub>(Тен 4272п2с x Юби 122с); родительских линиях: Тен 3-272, Тен 4272, Юби 122с, F<sub>2</sub>, и беккроссы с родительскими линиями.

Посев в кассеты – 6 – 7 мая. Высадка в поле в фазе 5 листьев – 18-20 июня. Схема посадки (90+50)/2x50 см, густота стояния 2,8 растения на 1 м<sup>2</sup>. Количество растений на делянке – 10 шт., повторность 3-кратная. Размещение делянок систематическое. Площадь делянки – 3,5 м<sup>2</sup>.

Уход и агротехнические мероприятия образцов проводили согласно методическим указаниям по выращиванию капусты белокочанной на юге России (С.В.Королева).

Исследования проводились согласно с методическими указаниями: «Методикой полевого опыта в овощеводстве» С.С. Литвинова [55] и «Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве» В.Ф. Белика [5].

**Опыт №1** Изучение комбинационной способности линий по степени развития ожога верхушки внутренних листьев кочана, средней массе кочана и продолжительности вегетационного периода на 45 гибридах F<sub>1</sub> среднепозднего срока созревания. В качестве стандарта был взят коммерческий гибрид селекции С.С. имени Н.Н.Тимофеева Доминанта F<sub>1</sub>.

Изучение общей (ОКС) и специфической (СКС) способностей и родительских линий в системе неполных диаллельных скрещиваний осуществлялись согласно методике Гриффинга (Griffing, 1956) [97]. Изучение взаимодействия генов, контролируемые рассматриваемые признаки (масса

кочана и степень поражения ожогом верхушки внутренних листьев кочана) проводили по методу дисперсионного анализа диаллельных таблиц Хеймана (1954) [98].

**Опыт 2.** Для изучения влияния различных фонов минерального питания на проявление ожога у гибридов с разной степенью устойчивости к заболеванию материалом исследований были взяты 3 гибрида с разной степенью восприимчивости к ожогу верхушки внутренних листьев кочана: устойчивый – Доминанта  $F_1$ , (селекционная станция им. Н.Н. Тимофеева), восприимчивый – Green Boy  $F_1$  (компания Sakata) и среднеустойчивый – (Хн861 x Agr 1321)  $F_1$  (ФГБНУ «ФНЦ риса»). А также созданы агрофоны: первый фон (контроль) –  $N_{120}P_{120}K_{120}$ , 2 фон -  $N_{120}P_{120}K_{120} + N_{60}$  (подкормка), 3 фон -  $N_{180}P_{180}K_{180} + Ca(NO_3)_2$  (подкормка); 4 фон -  $N_{180}P_{180}K_{180} + N_{60}$  (подкормка), 5 фон -  $N_{120}P_{120}K_{120} + N_{70}P_{56}K_{67}$  (органическое удобрение).

Удобрения: нитроаммофоска ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ), аммиачная селитра ( $N_{60}$ ), органическое удобрение – гранулы конского навоза - 2 т/га ( $N_{70}P_{56}K_{67}$ ).

В 2022 и 2023 годах закладывались агрофоны по изучению влияния внекорневых подкормок кальциевой селитрой ( $Ca(NO_3)_2$ ) из расчета – 0,8 кг/га (1,2 д.в азота и 2,16 д.в./га CaO) и борной кислоты из расчета 5 г/10л с повышенными дозами NPK –  $N_{180}P_{180}K_{180}$ .

**Опыт 3.** Изучение наследования признака устойчивости к «ожогу» верхушки внутренних листьев кочана проводилось на инбредных линиях и гибридах  $F_1$ , популяциях  $F_2$ , беккроссах  $F_1$  с родителем.

Статистическая обработка результатов данных проводилась методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985), используя пакет прикладных программ Microsoft Excel 2007 [14]. Корреляционный анализ проводился в программе MicrosoftOfficeExcel по методике расчета коэффициента корреляции Пирсона при уровне значимости коэффициента корреляции 0,05 и 0,01.

Зона поражения измеряли на разрезе кочана в см.

По хозяйственно ценным признакам учитывали элементы продуктивности: среднюю массу кочана (кг), продолжительность вегетационного периода.

Уборку проводили спустя 10 дней после наступления фазы массовой технической спелости кочанов на каждом гибриде.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1 Изучение проявления ожога верхушки внутренних листьев кочана на линиях капусты белокочанной среднепозднего-позднего сроков созревания

Инбредные линии за период вегетации не сформировали кочан, за исключением – Л79, Бс1ф и Агр1321 с мелкими кочанами.

Заболевание на растениях линий капусты проявлялось на периферии кончиков внутренних листьев. Замечены сильные вариации по поражению на линиях 269-824, Л79. На линиях 270 Хн111, Бс1ф, Агр82, Тен4270, Яс 25п заболевание не проявлялось, у линий Юби122 и 272Бр10 наблюдались фрагментарные незначительные участки поражений.

#### 3.1.2 Комбинационная способность линий капусты белокочанной среднепозднего-позднего сроков созревания по признаку «ожог верхушки внутренних листьев кочана»

При учете поражения ожогом верхушки внутренних листьев кочана за единицу измерения была взята относительная величина, выражающая процентное соотношение длины очага (см) поражения к диаметру кочана (см) (рисунок 1).

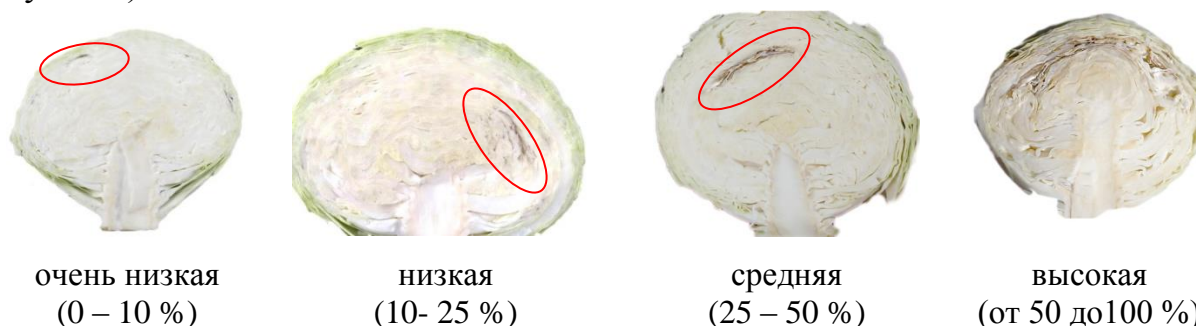


Рисунок 1 – Степень поражения кочанов капусты белокочанной ожогом верхушки внутренних листьев

Поражение ожогом верхушки внутренних листьев кочана у F<sub>1</sub> гибридов варьирует в пределах от 2 % до 82,3 % (Таблица 1). Выявлено, что у 28 гибридов заболевание внутренним ожогом листьев было незначительным и находилось в пределах 1,5% до 10,1 %. С фрагментарными участками ожога оказалось 4 комбинации от 16,3 до 24,5,0 %, следующая группа имела поражение от 25,1 % до 49,5,0 % – 9 комбинаций. Наиболее восприимчивыми к заболеванию оказалось 4 комбинации с участками заболевания от 53,3 % до 82,3 %. У стандарта Доминанта – не более 1,5%.

Наиболее перспективными для селекции на устойчивость к внутреннему ожогу являются линии, обладающие отрицательным эффектом ОКС. Низкие значения ОКС имели линии: Агр 82, Яс25п, Тен4270, Бс1ф и 270Хн111 (от -7,20 до -0,82); средние - у линии Юби122, и высокие: 272Бр10, 269-824 и Л79, Агр 1321.



Таблица 1 – Общая комбинационная способность линий капусты по поражению ожогом верхушки внутренних листьев кочана<sup>1</sup>, %, 2021 год.

родительские линии, ♂, параметры	родительские линии, ♀									
	269-824	тен4270	яс25п	272Бр10	Л79	Бс1ф	Юби122	Агр1321	Агр82	270 ХН111
269-824	-									
тен4270	24,5	-								
яс25п	35,0	4,4	-							
272Бр10	55,0	29,6	6,8	-						
Л79	43,6	25,3	22,0	49,5	-					
Бс1ф	38,8	3,2	2,0	3,9	1,8	-				
Юби122	65,6	6,7	2,5	4,1	22,3	2,4	-			
Агр1321	45,0	2,8	4,4	53,3	30,6	10,1	47,3	-		
Агр82	5,1	2,4	2,0	2,5	16,3	1,5	3,3	2,3	-	
270 ХН111	2,4	9,2	2,5	9,0	82,3	2,3	1,8	49,3	2,0	-
g ОКС	9,2	-3,55	-5,01	3,54	5,73	-5,81	0,56	3,30	-	-0,82
НСР <sub>05</sub> (x)=3,96; НСР <sub>05</sub> (ОКС) = 1,37; НСР <sub>05</sub> Доминанта – 1,5%										

1 – Выражено в процентах по отношению к диаметру кочана.

При анализе вариантов СКС высокие значения наблюдаются у линий: 270Хн11 – 163, 269-824 – 80,4, Л79 – 110, средние у линий: 272Бр10, Юби 122, Агр1321, а низкие у линий: Тен4270, Яс25п, Бс1ф и Агр82 (Таблица 2).

Таблица 2 – Эффекты и варианты СКС родительских линий по признаку «ожог верхушки внутренних листьев кочана», %, 2021 год

родительские линии, ♂, параметры	родительские линии, ♀									
	269-824	тен4270	яс25п	272Бр10	Л79	Бс1ф	Юби122	Агр1321	Агр82	270 ХН111
269-824	-									
тен4270	-2,42	-								
яс25п	4,32	1,81	-							
272Бр10	5,86	5,88	-4,08	-						
Л79	-2,12	1,52	1,31	6,51	-					
Бс1ф	6,98	1,97	2,68	-4,72	-7,98	-				
Юби122	14,0	-2,59	-3,27	7,02	-4,09	-3,39	-			
Агр1321	0,99	-7,32	-5,07	10,9	-2,67	-1,38	10,8	-		
Агр82	-8,45	3,02	3,66	-4,06	0,67	4,37	-0,64	-3,89	-	
270 ХН111	-16,2	0,01	-2,39	-7,19	27,3	-1,16	-7,81	13,2	-	-
S	80,4	14,9	12,9	48,2	110	22,5	58,8	64,3	18,2	163
НСР <sub>05</sub> (x)=1,76; НСР(ОКС)=0,88.										

Значения эффектов СКС варьировали в пределах -16,2 до +27,3.

Необходимо отметить, что в гибридных комбинациях с линией Агр82 отмечается наименьший процент поражения внутренним ожогом листьев, в то время как варианта СКС у данной линии также имеет низкое значение 18,2.

Такая же тенденция, как у Агр82, прослеживается у линий Яс25п и Тен4270, Бс1ф.

Обращая внимание на линию 270Хн111 можно заметить, что варианта СКС обладает наивысшим результатом (163), однако по ОКС линии находится в группе с низкими значениями (-0,82). Из таблицы следует, что из 9-ти комбинаций с данной линией у 7 гибридов наблюдается незначительные участки поражения внутренним ожогом не превышающие 9% и только в 2-х с восприимчивыми линиями, процент поражения возрастает до 82,3 %.

В таблице 3 представлены гибридные комбинации с различной вариацией по степени восприимчивости к внутреннему ожогу в 2022 году. Гибрид Доминанта, выступающий как стандарт устойчивости практически не имел участков поражения – в пределах 2 %. Поражение гибридов капусты белокочанной находились в пределах от 1,1 % до 82,1 %. У 21 гибрида поражение внутренним ожогом листьев было незначительным и находилось в пределах 1,1 % до 7,5 %. С фрагментарными участками ожога от 13,5 до 18,6 % оказалось 4 комбинации. Среднюю восприимчивость показали 14 гибридов – от 25,5 до 49,7 %. Наиболее восприимчивыми к заболеванию оказалось 6 комбинации с участками заболевания от 52,4 до 82,1 % . Вариансы ОКС стоит разделить на три группы: с низкими ОКС: Агр 82, Бс1ф, Тен270, (от -9,7 до -3,9); средними: Юби122, Яс25п, Л79, 270Х111( от -3,1 до 3,4), высокими: 269-824, 272Бр10 и Агр1321 (5,5-11,1).

Как и в 2021 году, отрицательные значения имели линии: Тен4270 (-3,9 %), Яс25п (-3,1 %), Бс1ф (-5,2 %), Агр82 (-9,7 %), и 270Хн111(-3,1 %). Линия Юби122 в этом году имела отрицательное значение ОКС – (-1,3).

Таблица 3– Значения вариантов ОКС родительских линий капусты белокочанной по признаку развитие «поражение внутренним ожогом кочана», %, 2022г.

родительские линии, ♂, параметры	родительский линии, ♀									
	269-824	тен4270	яс25п	272Бр10	Л79	Бс1ф	Юби122	Агр1321	Агр82	270ХН111
269-824	-									
тен4270	30,1	-								
яс25п	37,4	7,5	-							
272Бр10	72,7	41,5	42,6	-						
Л79	45,5	44,1	30,1	26,3	-					
Бс1ф	49,7	2,2	2,7	42,9	2,3	-				
Юби122	64,2	6,7	0,7	45,9	25,5	1,1	-			
Агр1321	82,1	2,5	32,0	69,8	51,6	18,6	52,4	-		
Агр 82	6,8	1,2	1,6	2,8	13,5	0,9	3,1	1,3	-	
270 ХН111	2,5	13,8	3,3	17,5	75,8	3,2	1,2	43,0	1,7	-
ОКС	11,1	-3,9	-3,1	5,5	3,4	-5,2	-1,3	6,3	-9,7	-3,1

НСР05(x)=5,3; НСР (ОКС)=1,73.  
Ст. Доминанта – 1,5%

Самыми высокими значениями ОКС обладали линии 269-824, 272 Бр10, Агр1321, что характерно было и для первого года.

Необходимо отметить, что с линией Агр 82, которая имеет самое низкое значение ОКС (-9,7) семь комбинаций из восьми поражаются в очень слабой степени – 1,3-6,8 %. Наоборот, с линией 269-824, имеющей самую высокую ОКС (11,1), только 2 гибрида поражаются слабо – с линией Агр82 (6,8%) и с линией 270Хн111 (6,8 %).

Эффекты СКС варьировали в пределах от -18,2 до 26,2 (Таблица 4).

Высокие отрицательные значения эффектов СКС (от -19,0 до -6,52), способные внести значительный вклад в снижении поражения гибридов, отмечены у 6 гибридных комбинаций. В то же время отмечаются высокие положительные значения эффектов СКС (от 7,51 до 26,2) у 12 гибридов, которые вносят значительный вклад в сторону увеличения поражения.

Минимальные СКС варианты от 14,4 до 34,3 характерны для линий 270 Хн111, Бс1ф, Яс25п, Агр82. Линии, имеющие высокие варианты СКС - 269-824, Л79 и 272 Бр10 (104-164), в скрещивании с другими линиями дают максимальные вариации по поражению.

Таблица 4 – Эффекты и варианты СКС родительских линий капусты белокочанной по признаку степень «поражению внутренним ожогом», % 2022 г.

родительские линии, ♂, параметры	родительский линии, ♀									
	269-824	тен4270	яс25п	272Бр10	Л79	Бс1ф	Юби122	Агр1321	Агр82	270ХН111
269-824	-									
тен4270	-3,61	-								
яс25п	-0,72	-0,57	-							
272Бр10	8,25	7,73	7,53	-						
Л79	-3,28	11,1	6,35	-19,0	-					
Бс1ф	7,51	-1,19	-1,67	9,73	-8,51	-				
Юби122	10,9	-2,77	-6,52	7,38	-0,75	-4,27	-			
Агр1321	12,2	-12,5	1,78	11,7	4,67	-3,19	9,86	-		
Агр82	-9,39	2,88	2,31	-5,79	1,62	4,01	1,24	-7,29	-	
270 ХН111	-18,2	2,55	-3,44	-5,04	26,2	-1,44	-6,31	6,8	2,33	-
S	104	47,1	20,5	111	164	34,3	47,5	84,3	26,8	14,4
НСР05=0,76										

Проанализировав самые высокотолерантные к заболеванию комбинации с точки зрения ОКС родительских линий и СКС, участвующих в скрещивании, можно отметить следующую тенденцию, что данные гибриды получены с участием родительских линий с низким и средним значением вариантов ОКС и СКС, например: F<sub>1</sub> (Яс25пхЮби122), где поражение гибрида – 0,7 %, СКС – (-6,52), а ОКС ♀ – -1,3, ОКС ♂ – -3,1. Бс1ф х Агр82 – поражение – 0,9 %, ОКС ♀ – -9,7, ОКС ♂ – -5,2, СКС = 4,04.

### **3.1.3 Особенности подбора родительских пар для создания гибридов с устойчивостью к ожогу верхушки внутренних листьев кочана**

Из результатов двух лет исследований можно заметить значительное увеличение процента степени поражения в 2022 году в гибридных комбинациях, у которых ОКС по обоим родительским компонентам имеют высокие значения. Так, например, в 6 –ти комбинациях с линиями 269-824, Agr1321, 272 Бр10 поражение увеличилось на 16,5 – 37,1 %, что, в свою очередь, может быть обусловлено более экстремальными погодными условиями второго года исследований. Комбинации (269-824 x Юби122), (Л79x270Хн111), (269-824x272Бр10) имели максимальные вариации по поражению как в 2021 году (55,0-82,3 %), так и в 2022 году (64,2 – 75,8 %), а эффекты родительских форм были нестабильны (Таблица 5).

Стоит отметить, что сочетание родительской линии с высоким и средним результатом ОКС отражает низкую степень поражения по годам. Такая закономерность проявляется по 6 гибридам с линиями: Agr82, Тен 4270, Бс1ф, Яс25п, где поражение в 2021 году варьировало в пределах от 1,5 % - 4,43 %, а в 2022 году было от 1,2 % до 7,5 %.

Необходимо отметить следующие линии, у которых значения ОКС имели тенденцию увеличиваться и переходить в ранг средних значений в наиболее жаркий и засушливый год: Яс25п и 270Хн111. В комбинации (Тен4270 x Яс25п) замечено увеличение признаков заболевания на 3,2 % в 2022 году, что возможно является следствием изменения ОКС линии Яс25п.

При селекционной работе с признаком многофункционального характера, каким является ожог верхушки, необходимо запланировать схемы скрещиваний, которые обеспечили бы высокую толерантность гибридов. Анализ полученных результатов в 2021-2022 г.г. по поражению гибридов и вкладов в соответствующий признак КС линий позволит разработать принцип подбора пар, который исключит риски получения неустойчивых комбинаций.

Как показали результаты по оценке комбинационной способности, проявление признака в одних комбинациях происходит за счет вкладов ОКС, с другой стороны, у значительной доли гибридов вклад СКС линий способен значительно повлиять на проявление признака в сторону уменьшения или увеличения.

Группировка гибридов по степени поражения позволяет анализировать вклад ОКС и СКС родителей в проявление признака. В первый и второй год исследований устойчивость гибрида обычно сохранялась хотя отмечались незначительные отклонения в ту или иную сторону.

В высокотолерантной группе с поражением 2,0-7,5 % очень слабое поражение детерминировалось низкой ОКС обоих родителей или сочетанием

низкой ОКС одного из родителей со средней ОКС и низкой СКС второго родителя.

Во второй группе с поражением до 25% один из родителей имеет низкую ОКС и СКС по поражению, по второму родителю возможны вариации. Надо отметить, что такая же тенденция сохраняется у гибридов с поражением 24,5 и 29,6 % - из 3-й группы. При поражении от 30% до 50% и более, что нежелательно для гибридов при выращивании в южной зоне, одна или обе линии имеют высокую ОКС по поражению, по СКС возможны вариации от низкой до высокой, т.е. в гибридах восприимчивых к ожогу проявление признака детерминируется в большей степени аддитивными эффектами генов.

Таблица 5 – Результаты оценки ОКС и СКС линий гибридов капусты белокочанной у гибридов с разной степенью поражения внутренним ожогом, 2021-2022 гг.

Гибрид F <sub>1</sub>	Поражение заболевание м, %		ОКС 2021 год <sup>1</sup>		СКС2021 год <sup>2</sup>		ОКС 2022 год <sup>3</sup>		СКС 2022 год <sup>4</sup>	
	2021 год	2022 год	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Поражение до 10%										
Агр 82 x 270 Хн111	2,0	1,7	Н	Н	Н	В	Н	С	Н	Н
Тен4270xБс1ф	3,2	2,2	Н	Н	Н	Н	Н	Н	С	Н
Тен4270 x Яс25п	4,4	7,5	Н	Н	Н	Н	Н	С	С	Н
Поражение от 10,1 до 25,0 %										
Л79 x Агр 82	16,3	17,0	В	Н	В	Н	С	Н	В	Н
Яс25п x Л79	22,0	30,1	Н	В	Н	В	С	С	Н	В
Поражение от 25,1 до 50,0 %										
Тен4270x272Бр10	29,6	41,5	Н	В	Н	С	Н	В	С	В
269-824 x Тен 4270	24,5	30,1	В	Н	В	Н	В	Н	В	С
Поражение более 50%										
Л79x270 Хн111	82,3	75,8	В	Н	В	В	С	С	В	Н
269-824 x Юби122	65,6	64,2	В	С	В	С	В	С	В	С
272Бр10x269-824	55,5	72,7	В	В	С	В	В	В	В	В

1-\*Значение ОКС, gi: В-высокие от 3,3 до 9,5, Н-низкие (-7,2 до -0,82), С – средние (0,56).

2- Вариансы СКС, si: В – высокие (от 80,4 до 163), Н- (12,9-22,5), С-средние (48,2-64,3).

3- -\*Значение ОКС, gi: В-высокие от 5,5 до 11,1, Н-низкие (-9,7 до -3,9), С – средние (-3,1 – 3,4).

4-Вариансы СКС, si: В – высокие (от 104 до 164), Н- (14,4- 34,3), С-средние (47,1-47,5).

При подборе родительских пар для получения высокотолерантных гибридов следует уделять внимание линиям с низкими эффектами по ОКС обоих родителей или можно включать линии со средней ОКС и низкой СКС. При этом, используя различные тестеры по устойчивости, достаточно провести оценку ОКС тестируемых линий на высоком фоне по питанию.

### 3.1.4 Комбинационная способность линий капусты белокочанной среднепозднего-позднего сроков созревания по признаку «средняя масса кочана»

В 2021 году у гибридных комбинаций значения признака «средняя масса кочана» варьировали в пределах от 2,12 до 4,85 кг, у стандарта Доминанта F1 – 2,77 кг (Таблица 6). Наибольшая продуктивность получена по 3 гибридам с линиями Бс1ф, 269-824, 272Бр10 и Тен 4270, прибавка к стандарту у которых составила 1,15-2,08 кг.

Размах варьирования эффектов ОКС находился в пределах от -0,52 до +0,52 (таблица 5). Родительские линии по изучаемому признаку можно разделить на группы: с высокой ОКС (линии 269-824, 272Бр и Бс1ф) - от 0,18 до 0,52; средней ОКС (линии Л79, Юби122 и 270Хн111) - от (-0,06) до 0,05 ; с низкой - линии Тен4270, Яс25п, Агр82, Агр1321) - от -0,52 до - 0,13.

Таблица 6 – Результаты гибридных комбинаций капусты белокочанной по признаку «средняя масса кочана» и эффекты ОКС родительских линий, кг, 2021г.

родительские линии, ♂, параметры	родительский линии, ♀									
	269-824	тен4270	яс25п	272Бр10	Л79	Бс1ф	Юби122	Агр1321	Агр82	270ХН111
269-824	-									
тен4270	2,4	-								
яс25п	2,29	2,49	-							
272Бр10	3,08	3,92	2,19	-						
Л79	3,09	2,29	2,36	2,91	-					
Бс1ф	4,04	3,36	2,56	4,85	3,65	-				
Юби122	3,76	2,54	2,58	3,64	2,69	3,07	-			
Агр1321	2,5	2,59	2,2	2,94	2,52	2,26	2,21	-		
Агр 82	2,93	2,21	2,39	2,8	2,47	2,83	2,48	2,8	-	
270 ХН111	2,7	2,54	2,12	3,14	3,07	2,82	2,7	2,7	3,05	-
gi ОКС	0,18	-0,13	-0,52	0,52	-0,04	0,51	0,05	-0,33	-0,17	-0,06

$HCP_{05}(x) = 0,22$ ;  $HCP_{05}(OKC) = 0,11$ ; Стандарт Доминанта F1 – 2,77 кг

Значения констант СКС у гибридных комбинаций составило от -0,74 до +1,01 (Таблица 7). Наиболее высокие положительные константы СКС от 0,36 до 1,01 отмечены в 9 гибридных комбинациях со средней массой кочана более 3 кг.

Из них максимальными константами обладают 4 гибрида: (269-824 х Юби122) – 0,72, (269-824хБс1ф) – 0,53, (Тен4270х272Бр10) – 0,72, (272Бр10хБс1ф) – 1,01 с массой кочана 3,76 кг, 4,04 кг, 3,92 кг и 4,85 кг, соответственно.

Максимальными вариансами по СКС обладали линии 269-824, 272 Бр10 и Бс1ф со значениями от 0,17 до 0,31. Средние варианты от 0,12 до 0,15

соответствовали линиям Тен4270, Агр1321, Агр82, Юби122 и низкими от 0,08 до 0,10 линии Яс25п, 270Хн111 и Л79.

Таблица 7– Эффекты гибридных комбинаций и варианты СКС родительских линий капусты белокочанной по признаку «средняя масса кочана», кг, 2021г.

родительские линии, ♂, параметры	родительский линии, ♀									
	269-824	тен4270	яс25п	272Бр10	Л79	Бс1ф	Юби122	Агр1321	Агр82	270ХН111
269-824	-									
тен4270	-0,47	-								
яс25п	-0,19	0,32	-							
272Бр10	-0,43	0,72	-0,62	-						
Л79	0,13	-0,36	0,10	-0,39	-					
Бс1ф	0,53	0,16	-0,25	1,01	0,36	-				
Юби122	0,72	-0,19	0,25	0,27	-0,13	-0,30	-			
Агр1321	-0,17	0,22	0,23	-0,06	0,07	-0,74	-0,31	-		
Агр82	0,11	-0,31	0,27	-0,36	-0,13	-0,32	-0,21	0,48	-	
270 ХН111	-0,23	-0,09	-0,11	-0,13	0,35	-0,44	-0,10	0,28	0,47	-
S варианта	0,17	0,15	0,10	0,31	0,08	0,31	0,12	0,14	0,12	0,09
НСР <sub>05</sub> = 0,27										

В 2022 году средняя масса кочанов гибридов колебалась от 2,28 до 3,64 кг., 12 гибридов существенно превысили стандарт на 0,25- 0,91 кг, 8 гибридов соответствовали стандарту (2,70-2,89 кг) (Таблица 8). Наиболее высокая продуктивность была у 5 гибридных комбинаций, с массой кочана от 3,37 до 3,71 кг. Размах эффектов ОКС варьировался от -0,21 до +0,35, с выделением групп с высокой, средней и низкой ОКС.

Таблица 8 – Результаты гибридов капусты белокочанной по признаку «средняя масса кочана» и оценка родительских линий на ОКС, кг 2022 г.

родительские линии, ♂, параметры	родительский линии, ♀									
	269-824	тен4270	яс25п	272Бр10	Л79	Бс1ф	Юби122	Агр1321	Агр82	270ХН111
269-824	-									
тен4270	2,53	-								
яс25п	2,47	2,52	-							
272Бр10	3,47	2,78	2,40	-						
Л79	2,42	2,49	2,45	2,55	-					
Бс1ф	2,36	3,09	2,39	3,64	2,65	-				
Юби122	2,36	2,51	2,58	2,89	2,80	3,05	-			
Агр1321	2,7	3,11	2,28	3,32	2,35	2,56	2,68	-		
Агр82	2,69	2,73	2,36	3,71	2,63	3,37	2,81	2,30	-	
270 ХН111	3,50	2,67	3,20	3,05	2,8	3,16	2,88	2,68	3,32	-
g	0,18	-0,08	-0,21	0,09	-0,15	0,01	-0,07	-0,10	-0,01	0,35
НСР <sub>05</sub> (x)=0,06; НСР <sub>05</sub> (ОКС)=0,02 St Доминанта F1=2,80										

Пять гибридных комбинаций показали высокие положительные константы СКС от 0,37 до 0,47, средняя масса кочана составляла от 3,11 до 3,71 кг (Таблица 9). Наибольший эффект СКС наблюдался у комбинаций с

определенными линиями. Линии Тен42-72, 272Бр10, Бс1ф, Агр1321 и Агр82 характеризуются высокими значениями СКС, от 0,06 до 0,08, в то время как у линий 269-824 и 270Хн111 значения СКС низкие. Надо отметить, что положительные значения эффектов СКС отмечаются в большинстве комбинаций с линиями, имеющими низкие или невысокие значения ОКС, в то же время линии с высокими значениями ОКС 269-824 и 270 ХН111 практически во всех комбинациях показывают отрицательные значения.

Таблица 9 – Значения эффектов и вариантов СКС в гибридах F<sub>1</sub> родительских линиях капусты белокочанной по признаку «средняя масса кочана», кг, 2022 г

родительские линии, ♂, параметры	родительский линии, ♀									
	269-824	тен4270	яс25п	272Бр10	Л79	Бс1ф	Юби122	Агр1321	Агр82	270ХН111
269-824	-									
тен4270	-0,13	-								
яс25п	-0,08	0,25	-							
272Бр10	0,17	0,08	0,02	-						
Л79	-0,12	0,17	0,28	0,03	-					
Бс1ф	-0,31	0,31	0,09	0,42	0,16	-				
Юби122	-0,23	0,11	0,27	0,13	0,32	0,29	-			
Агр1321	-0,03	0,44	0,15	0,37	0,12	0,07	0,22	-		
Агр82	-0,12	0,15	0,10	0,47	0,16	0,38	0,18	-0,04	-	
270 ХН111	-0,08	-0,23	-0,27	-0,21	-0,11	-0,08	-0,14	-0,21	0,01	-
S	0,03	0,06	0,04	0,08	0,04	0,08	0,05	0,06	0,06	0,03
НСР (ОКС)=0,01										

В ходе двухлетних исследований было выявлено, что масса кочана у различных комбинаций варьировала в зависимости от условий выращивания, в том числе, от погоды. В 2021 году эффекты ОКС и СКС имели более широкий диапазон варьирования, чем в 2022 году, указывая на нивелирующее воздействие стрессовой среды в 2022 году. Однако были выявлены гибриды с линиями (269-824 x Юби122), (269-824xБс1ф), (Тен4270x272Бр10), (Л79xБс1ф), (Л79x270Хн111), (Агр82x270Хн111), (269-824x272Бр10), (Тен4270xБс1ф), (272Бр10xБс1ф), обладающие стабильной урожайностью в оба года и формирующие крупные кочаны.

### **3.1.5 Комбинационная способность линий капусты белокочанной среднепозднего-позднего сроков созревания по признаку «продолжительность вегетационного периода»**

Для селекции среднепоздних F<sub>1</sub> гибридов необходимо использовать линии: тен4270, яс25п, 272Бр10, Л79, Бс1ф, Юби122, Агр1321, Агр82, поздних–269-824, 270Хн111. Варьирование продолжительности вегетационного периода в полученных комбинациях обусловлено как за счет различий по ОКС линий, так и за счет высокого эффекта СКС при их скрещивании. В группу стабильных гибридов с минимальной реакцией на меняющиеся погодные



условия, сложившиеся в разные годы входят F1: (269-824 x Agr 82), (Яс25пхAgr 1321), (Л79 x Юби122), (Л79 x Юби122), (Л79 x Agr1321), (Agr 1321 x Agr 82), (Agr82 x 270 Хн111). Наиболее высокую стабильность по ОКС и СКС проявили линии Agr 82 и Бс1ф.

### **3.2 Результаты детального дисперсионного анализа диаллельной таблицы по признаку устойчивости к «ожогу верхушки внутренних листьев кочана» гибридов капусты белокочанной первого поколения по методу Хеймана**

В условиях 2021 года у селекционного материала в схеме наследования признака ожог верхушки внутренних листьев кочана в большинстве локусов преобладают эффекты доминантных генов ( $F > 0$ ) (таблица 10). По гибридам проявилось промежуточное наследование. Доминирование направлено в сторону увеличения признака.

В таблице 10 на основании отношения  $(H_1/D)=5,78$ , которое характеризует среднюю степень доминирования, говорит о сверхдоминировании изучаемого признака, так как больше единицы. На основании показателя  $\sqrt{(H_1/D)}$  равного 2,40, который оценивает степень истинного гетерозиса в каждом локусе можно говорить о незначительном преобладании доминантного компонента над аддитивным, так как значение больше 1. Компоненты  $H_1(331,7)$  и  $H_2(255,8)$ , отвечающие за распределение доминантных и рецессивных аллелей расположены между родительскими формами несистематически. Асимметричность значений находит подтверждение в отношении  $\frac{1}{4}H_2/H_1$  (0,19), который меньше максимального значения 0,25, что также указывает на ключевую роль доминантных аллелей в наследовании заболевания. Тот факт, что значение  $H_1$  больше  $D$  ( $331,7 > 57,36$ ) свидетельствует о сверхдоминировании в наследовании признака.

Поскольку доминирование допущено следует проверить соотношение доминантных и рецессивных генов у родительских компонентов, которое выражается в отношении  $\frac{1}{2} \times F/V$  ( $D \times (H_1 - H_2)$ ) и равно 0,12. Согласно тому, что значение отличается от 1, то степень доминирования неодинаково в разных локусах.

Таблица 10 – Результаты оценки генетических компонентов для процента распространения устойчивых к внутреннему ожогу гибридов, 2021 г.

Генетические компоненты	Оценка	Генетические компоненты	Оценка
E	2,04	$H_1/D$	5,78
D	57,36	$\sqrt{(H_1/D)}$	2,40
$H_1$	331,7	$\frac{1}{2} \times F/V$ ( $D \times (H_1 - H_2)$ )	0,12
$H_2$	255,8	$\frac{1}{4} H_2/H_1$	0,19
F	15,3	$h_2$	198,4

Высокий показатель коэффициента наследуемости в узком смысле ( $h^2=198,4$ ) говорит о том, что заболевание контролируют аддитивные (суммарные) гены, так как  $h^2 > 0,25$ .

На графике регрессии, что линия зависимости значений расположена выше точки начала координат обуславливая признак поражения ожогом верхушки внутренних листьев кочана как частичное доминирование (Рисунок 2). Коэффициент регрессии имеет значение ( $b=-0,04$ ) и значимо отличается от 1, что указывает на неаллельное взаимодействие полигенов.

Превалирование в количественном соотношении доминантных генов, которые влияют на фенотипическое проявление физиологического расстройства, отмечены у линий Л79 и 269-824, Агр1321, Юби122, 272 Бр10 (точки 1 и 5, 8, 4, 7).

Все линии согласно полученному графику регрессии можно расположить в виде градации от большего количества доминантных генов, которые отвечают за проявление изучаемого признака, к меньшему количеству, а именно: Л79, 269-824, 272 Бр10, Тен4270, Яс25п, Бс1ф, Юби122, Агр82, 270Х111.

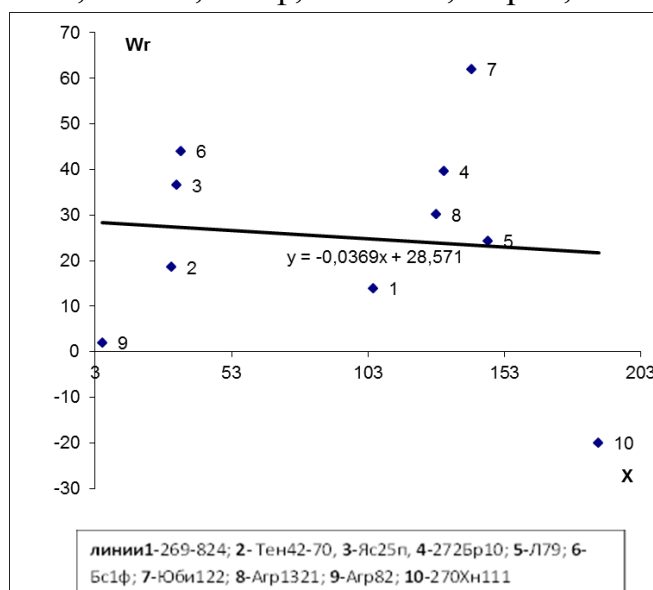


Рисунок 2 - Регрессия  $Wr$  на  $Vr$  для признака «поражение ожогом верхушки внутренних листьев кочана» линий, 2021год

В 2022 году у селекционного материала в схеме наследования признака «ожог внутренних листьев кочана» в большинстве локусов преобладают эффекты доминантных аллелей в связи с компонентой  $F$ , которая значительно больше нуля. (таблица 11). Замечена прямонаправленная взаимосвязь между увеличением признака и эффектом доминирования. На основании параметра  $(H1/D)=2,07$  можно сделать резюме о том, что наблюдается частичное доминирование в наследовании ожога верхушки внутренних листьев кочана у изучаемых линий. Средняя степень доминирования больше 1 и равна 1,44, что обуславливает наличие гетерозисного эффекта по данному признаку так как

поэтому характеризующего среднюю степень доминантности так как  $\sqrt{H_1/D}$  больше 1. Из результатов  $\frac{1}{4} H_2/H_1 = 0,14$ , можно сделать вывод, что аллели распределены между линиями равномерно. Следовательно, анализ обуславливает успех селекционной работы на получение устойчивых форм к внутреннему ожогу листьев. Помимо этого, расстройство в неустойчивых формах контролируется доминантными полигенами и является высоконаследуемым.

Таблица 11 – Результаты оценки генетических компонентов для степени поражения внутренним ожогом листьев кочана гибридов, 2022г.

Генетические компоненты	Оценка	Генетические компоненты	Оценка
E	0,46	$H_1/D$	2,07
D	968,2	$\sqrt{H_1/D}$	1,44
$H_1$	2002,5	$\frac{1}{2} \times F/V (D \times (H_1 - H_2))$	0,83
$H_2$	1151,5	$\frac{1}{4} H_2/H_1$	0,14
F	1509,4	$h_2$	1825,5

Расположение линий Агр82 и Юби122, Агр1321 на графике свидетельствует о наиболее выраженном эффекте комплиментарного взаимодействия. У линий Бс1ф и Яс 25п наблюдается неаллельное взаимодействие генов (Рисунок 3).

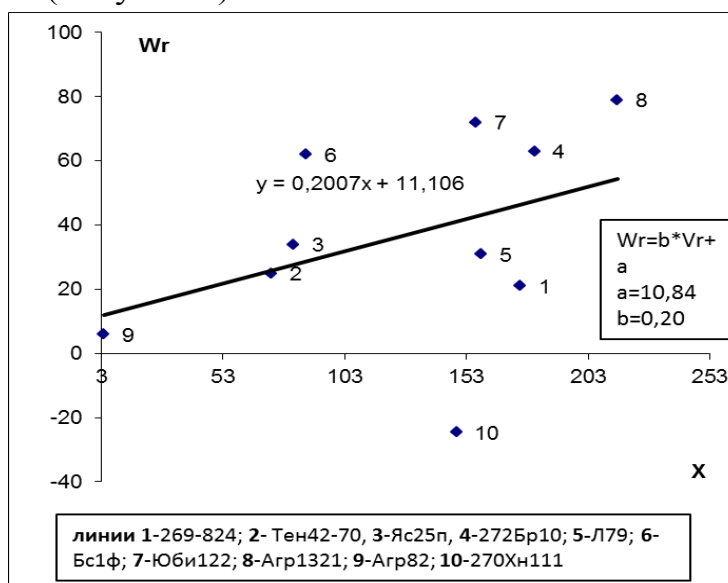


Рисунок 3- Регрессия  $Wr$  на  $Vr$  для признака поражения к внутреннему ожогу листьев, 2022 год

По количеству доминантных генов в порядке убывания линии располагаются следующим образом: Л79, 269-824, 272 Бр10, Агр1321, Тен4270, Яс25п, Бс1ф, Юби122, Агр82, 270Х111.

Полученные данные дисперсионного анализа по Хейману показывают, что механизм наследования признака сложнее, чем предполагалось ранее. Формирование внутреннего ожога обусловлено влиянием значительно большего числа генов.

Генетический анализ гибридов показал, что при селекции на продуктивность и устойчивость к исследуемому заболеванию можно использовать линии Agr82, 270Хн11 Яс 25п, Юби122, Тен4270 и Бс1ф.

### **3.3 Результаты детального дисперсионного анализа диаллельной таблицы по признаку «средняя масса кочана» гибридов капусты белокочанной первого поколения по методу Хеймана**

В детерминации признака масса кочана преобладают доминантные эффекты, так как в оба года исследований показатель, отвечающий за среднюю степень доминирования в экспериментальном материале ( $H1/D$ ) и в каждом локусе ( $\sqrt{H1/D}$ ), был больше 1. В целом анализ демонстрирует то, что в генетической вариации признака масса кочана существенную роль играют аддитивные и доминантные эффекты генов. Доминантные гены положительно усиливают экспрессию изучаемого признака, а рецессивные снижают. Анализ взаимосвязи вариантов и коварианс признака «масса кочана» показывает, что у изучаемых родительских линий Юби122, Яс25п, Agr1321 признак контролируется доминантными аллелями. Наибольшее число рецессивных аллелей, контролируемых данным признаком наблюдается у линий - Л79,269-824, 272Бр10 и 270Х111.

### **3.4 Изучение влияния агротехнических условий на исследуемые гибридные комбинации при создании различных провокационных фонов**

Для установления влияния контролируемых факторов на проявление ожога верхушки внутренних листьев кочана в условиях Кубани дана оценка трем генотипам с разной степенью восприимчивости на пяти органо-минеральных фонах.

Реакция генотипов на различающиеся погодные условия разных лет при повышенных дозах удобрения отражены в таблице 12.

По Гибриду Доминанта в первый год исследований наблюдается значительная прибавка по массе кочана на 18 % только в третьем варианте с высокими дозами удобрений ( $N_{180}P_{180}K_{180}$ ) и применением кальциевых подкормок. Условия 2022 года задержали формирование кочанов в связи с воздушной засухой в сентябре, поэтому прибавка по средней массе кочанов в вариантах № 3 и № 5 была в пределах НСР.

По гибридной комбинации (Хн861 х Agr1321) F1 в первый год наблюдается прибавка к контролю по массе кочана по всем фонам питания (16,1 – 37,5%), а в 2022 году реакция гибрида на удобрения отмечалась только в вариантах с повышенными дозами удобрений (№ 2 и № 3), где прибавка к контролю составила 12,3 -13,6 %.

Таблица 12 – Результаты оценки гибридов по признаку средняя масса кочана , 2021 -2022 год

Гибриды F <sub>1</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> контроль	N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub> +подкормка Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	N <sub>240</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub> 0	N <sub>190</sub> P <sub>176</sub> K <sub>187</sub> граннул.орга н.
	1	2	3	4	5
2021 год					
Доминанта	2,77	3,06	3,27	2,82	2,85
(Хн861хАгр1321)	3,22	3,74	4,13	4,03	4,43
Greenboy	3,21	3,33	2,96	3,46	3,31
НСР <sub>05</sub> =0,33 кг					
2022 год					
Доминанта	2,77	2,66	2,92	2,76	2,98
(Хн861хАгр1321)	3,23	3,67	3,63	3,40	2,90
Greenboy	2,38	2,54	2,38	2,25	2,58
НСР <sub>05</sub> =0,25 кг					

Гибрид F1 Green boy как в первый, так и во второй год сформировал кочаны массой, не превышающий значения в контроле. В целом, образцы различно реагируют на повышенные дозы удобрений, с меньшей чувствительностью в неблагоприятных условиях.

В течении двух лет исследований ( 2021 -2022 гг.) у гибрида Доминанта развитие внутреннего ожога листьев имело тенденцию уменьшаться в варианте №3 с применением внекорневых кальциевых подкормок на 3,6 % в 2021 году и на 9,0 % в 2022 году. Максимальное развитие отмечалось на фоне с применением органических гранул – 25% (Таблица 13).

Таблица 13 – Поражение ожогом верхушки внутренних листьев кочана, %, 2021–2022 гг.

Гибриды F <sub>1</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> контроль	N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub> +подкормка Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	N <sub>240</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	N <sub>190</sub> P <sub>176</sub> K <sub>187</sub> граннул.орган.
	1	2	3	4	5
2021 год					
Доминанта	7,7	10,5	4,1	9,4	25,0
(Хн861хАгр1321)	16,5	44,8	22,4	21,2	44,0
GreenBoy	78,9	81,6	72,5	82,2	61,5
НСР <sub>05</sub> = 4,05					
2022 год					
Доминанта	12	7,0	3,0	16,0	15
(Хн861хАгр1321)	26	36	13,8	66	43
GreenBoy	64	60	41,5	70,5	95
НСР <sub>05</sub> =3,64					

Реакция комбинации F1 (Хн861хАгр1321) на повышенные дозы удобрений спровоцировали ожог на разрезе до 44 % на фонах №2, где были предусмотрены азотные подкормки и №5 (органические удобрения). Кальциевые подкормки не исключили развитие заболевания – 22,4 %. В 2022 году степень поражения увеличилась в контроле на 10,5 %, наиболее ощутимо – в 4-м варианте - от 21,2 до 66%.

Образец F1 Green Boy является восприимчивым к заболеванию, а степень развития ожога в первый год достигала 61,5 -82,2 % по вариантам и 78,9 % в контроле.

Во второй год по гибриду наблюдается максимальное проявление расстройства в варианте с применением органики № 5 – 95,0 %. Стоит отметить, что во второй год слабое развитие ожога (41,5 %) отмечается на агрофоне с применением кальциевых подкормок (№ 3).

Исследования за два года показали положительное влияние внекорневых кальциевых подкормок на снижение ожога верхушки внутренних листьев капусты F1. В 2023 году применение внекорневых подкормок по листу кальция с бором способствовало снижению развития заболевания на растениях в условиях неблагоприятной погоды (Таблица 14).

Таблица 14 – Поражение ожогом верхушки внутренних листьев кочана, %, 2022 – 2023 гг.

Гибриды F1	N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub> контроль	N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub> +Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub> +Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + бор. к-та
2022 год			
Доминанта	7,0	3,0	0,0
(Хн861хАгр1321)	30,0	22,4	20,5
GreenBoy	82,0	72,5	52,6
НСР <sub>05</sub> =5,7			
2023 год			
Доминанта	2,5	3,0	0
(Хн861хАгр1321)	36,0	25,3	14,8
GreenBoy	60,0	41,5	40,8
НСР <sub>05</sub> = 7,2			

Внесение кальциевых подкормок и добавление борной кислоты способствовали снижению развития заболеваний на F1 Доминанта в варианте № 2 на 4 % и на агрофоне № 3 – признаки заболевания отсутствовали.

На средневосприимчивом (Хн861хАгр1321) в контрольном варианте, в 2022 году развитие заболевания составило–30,0 %, а в 2023 году – 36,0 %. На агрофоне (N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub>+Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) развитие заболевания сократилось в 2022 году до 22,4 %, а в 2023 году до 25,3 %. Внекорневые подкормки с добавлением кальция и бора помогло сократить проявление внутреннего ожога листьев в сравнении с группой контроля на 7,6% в 2022 году и на 10,7% в 2023 году.

Развитие заболевания на восприимчивом гибриде варьировалась в пределах от 52,6 до 82 % в 2022 году исследований и от 40,8 % до 60 % в 2023 году.

Восприимчивый по годам к ожогу внутренних листьев кочана гибрид F1 Green Boy имел повреждение кочана в размере 82,0 % и 60,0 % на контроле ,

72,56 % на фоне №2 и 52,6 % в варианте с кальциевой и борной подкормкой, что указывает на наибольшую эффективность применения кальциевых удобрений в сочетании с бором.

Таким образом сочетание в подкормках кальциевой селитры с борной кислотой показало эффект на высокоустойчивом гибриде Доминанта, в данном варианте заболевание не проявлялось. На восприимчивых гибридах применение обеих видов подкормок не позволило кардинально снизить заболевание.

### 3.5 Результаты изучения наследования признака устойчивости к «ожогу верхушки внутренних листьев кочана»

Фактическое расщепление в гибридном потомстве  $F_2$  (Тен4272п-2пс х Юби122) равно 42:9 и совпадает с теоретическим расщеплением 3:1 чему свидетельствует  $\chi^2$  равный в 2022 году 0,09 и в 2023 году - 1,57 (Таблица 15). Результаты свидетельствуют о том, что нулевая гипотеза о доминировании признака устойчивости к ожогу верхушки внутренних листьев кочана не отвергается, так как  $\chi^2 > \chi_t$ .

Расщепление в гибридном потомстве  $F_2$  (Тен 3-272 х Юби122) в 2022 году соответствовало 10:42, а в 2023 году – 22:36.

Таблица 15 –Характер наследования устойчивости к ожогу верхушки внутренних листьев кочана на гибридах  $F_1$ , популяциях  $F_2$  и беккроссах с родительскими линиями, 2021 год

Наименование	Общее количество растений, шт	Количество непораженных растений, шт	Количество пораженных растений, шт	Теоретически ожидаемое		$\chi^2$ факт	$\chi^2$ теор
				уст.	воспр.		
P <sub>1</sub> Тен 3-272	30	0	30	0	30		
P <sub>2</sub> Юби122	30	14	16	14	16		
F <sub>1</sub> (Тен 3-272 х Юби122)	30	2	28	2	28		
F <sub>2</sub> (Тен 3-272 х Юби122)	52	10	42	13	39	84,0	3,84
BC Юби122	30	15	16	15	16		
BC Тен 3-272	31	10	21	10	21		
P1 Тен4272-2пс	30	30	0	28	2		
P2 Юби122с	30	15	15	15	15		
F <sub>1</sub> (Тен4272п-2пс х Юби122)	30	25	5	21	9		
F <sub>2</sub> (Тен4272п-2псхЮби122с)	52	42	9	43,5	14,5	1,57	3,84
BC Юби122	30	16	14	19	11		
BC Тен4272-2пс	30	26	4	28	2		

Критерий хи-квадрат рассчитанный по результатам 2022 и 2023 гг. равны 86,1 и 42,4 , соответственно, что значительно больше 5%-го уровня значимости (3,84) при 1 степени свободы  $\chi^2 > \chi_t^2$ . Результаты свидетельствуют о том, что нулевая гипотеза о моногенности признака устойчивости в данной гибридной комбинации отвергается.

Следовательно, наследование признака устойчивости к ожогу верхушки внутренних листьев кочана носит полигенный характер, а в комбинациях с устойчивыми линиями приближено к доминантному типу.

### 3.6 Результаты конкурсного испытания выделившихся гибридов капусты белокочанной среднепозднего и позднеспелого сроков созревания

В питомнике конкурсного испытания гибридов было изучено 6 перспективных образцов, выделившихся в течении 2 лет исследований в питомнике на комбинационную способность, на фоне стандарта Агрессор F<sub>1</sub> (Таблица 16).

Таблица 16 -Характеристика выделившихся гибридов белокочанной капусты среднепозднего-позднего сроков созревания по хозяйственно-ценным признакам, 2023 г.

№№	Название гибрида	Вегетационный период	Общая урожайность, т/га	Масса, кг	Товарная урожайность, т/га	Прибавка к стандарту, %
215	Бс1ф x Юби122	140	59,7	2,20	49,1	-11,0
217	Агр82 x 270Хн111	119	76,1	3,20	61,9	13,4
218	Бс1ф x 270Хн111	138	62,8	3,36	49,5	-6,4
220	Тен4270-1а x Бс1ф	141	68,4	2,52	60,3	-1,9
221	Яс25п2- x Хн270-111	112	115,0	4,03	83,3	71,3
222	Бс1ф xАгр82	119	73,6	3,56	55,7	9,6
St	Агрессор	119	67,1	2,19	60,4	-
НСР <sub>05</sub>						11,8 %

Существенное превышение над стандартом по общей урожайности имели 2 гибрида с урожайностью от 76,1-115,0 т/га, при этом гибрид №217 лежкого направления, а №221 универсального назначения (Рисунок 4). Товарная урожайность зависела от степени поражения табачным трипсом. В итоге лежкий гибрид был на уровне стандарта по товарной урожайности, а универсальный превосходил стандарт на 22,9 т/га.



F<sub>1</sub>(Яс25п x270 Хн111)



F<sub>1</sub> (Агр82 x 270Хн111)



Рисунок 4 – Выделившиеся гибриды по результатам конкурсного испытания, 2023 г.

Экономическая эффективность выращивания перспективных гибридов (Агр82 x 270Хн111) и (Яс25п2- x Хн270-111) составила 119,7 %, 141,3 %.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. 10 инбредных линий среднепоздней и поздней белокочанной капусты, участвующих в скрещивании, имели разную степень депрессии по массе кочана, что не позволило определить предрасположенность линии к поражению физиологическим расстройством под названием «ожог верхушки внутренних листьев кочана».
2. Оценка комбинационной способности 10 линий (ОКС и СКС) в системе неполных диаллельных скрещиваний показала, что 4 линии имели высокие и средние ОКС по массе кочана: 269-824, 272Бр10, Бс1ф, 270 Хн111. Стабильно высокие значения СКС по годам характерны для линий 272 Бр10, Бс1ф, средние для Юби 122 и низкие – для 270 Хн111. 12 гибридов из 45, полученных на основе линий с высокой ОКС, существенно превышали стандарт Доминанта по изучаемому признаку.
3. Создание гибридов среднепоздней группы спелости обеспечивается сочетанием линий Тен4270, Бс1ф, Агр1321 с низкими отрицательными значениями ОКС по продолжительности вегетационного периода. При использовании линий в скрещивании с положительными эффектам КС (Яс25п, 272 Бр10, Юби122, 272 Хн111) позволяет получать гибриды с более длительным периодом вегетации в F<sub>1</sub>.
4. К линиям со стабильными низкими ОКС по поражению ожогом верхушки внутренних листьев кочана следует отнести: Агр 82, Тен4270, Яс25п, Бс1ф, 270 Хн111, сочетание которых обеспечивают очень высокую толерантность в гибридных комбинациях. Промежуточные показатели характерны для линий Юби122. Стабильно высокие значения эффектов ОКС и СКС по признаку ожог верхушки внутренних листьев кочана у линий 269-824, Л79, 272 Бр10, Агр1321 обеспечивают сильную восприимчивость в гибридных комбинациях F<sub>1</sub>.
5. Анализ по Хейману позволил установить, что в генетическом контроле признака «ожог верхушки внутренних листьев кочана» превалируют неполное доминирование, сверхдоминирование и эпистаз. Физиологическое расстройство в неустойчивых формах контролируется доминантными полигенами и является высоконаследуемым. По количеству доминантных генов, влияющих на проявления ожога верхушки внутренних листьев кочана, в порядке убывания линии располагаются следующим образом: Л79, 269-824, 272 Бр10, Агр1321, Тен4270, Яс25п, Бс1ф, Юби122, Агр82, 270Хн111.
6. Характер наследования устойчивости в гибридах с разной степенью устойчивости родителей различается: при скрещивании устойчивой линии со среднеустойчивой (Юби122) устойчивость наследуется по типу моногенной доминантной, при скрещивании восприимчивой линии (Тен 3-272) со среднеустойчивой (Юби122) гипотеза моногенно-доминантную модели

отвергается.

7. В качестве родительских пар для получения высоко толерантных гибридов следует особое внимание уделять линиям с низкими эффектами по ОКС обоих родителей или можно включать одну из линий со средней ОКС и низкой СКС. При этом, используя различные тестеры по устойчивости, достаточно провести оценку ОКС тестируемых линий на высоком фоне по питанию.

8. Применение высоких доз удобрений ( $N_{180}P_{120}K_{120}$ ,  $N_{240}P_{180}K_{180}$ ,  $N_{190}P_{176}K_{187}$ ), способствовало увеличению, по сравнению с контролем ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ), степени проявления ожога внутренних листьев на устойчивом гибриде Доминанта на 1,7-17,3 %, среднеустойчивом (Хн861 х Агр1321) F1 на 4,7 – 28,3 % и на восприимчивом Грин бой на 2,4-3,3 %. Максимальное развитие заболевания отмечено на восприимчивом гибриде Грин бой на фонах с  $N_{190}P_{176}K_{187}$  (95 %) и  $N_{240}P_{180}K_{180}$  (60,0-82,0 %), минимальное на высоко толерантном гибриде Доминанта на фоне  $N_{190}P_{176}K_{187}$  (15-25%).

9. Применение внекорневых кальциевых подкормок на высоком агрофоне снизило развитие заболевания на устойчивом гибриде Доминанта на 12,6 %, на средневосприимчивом (Хн861 х Агр1321) F1 на 9,5 % и на восприимчивом Greenboy на 14,7 %. Внекорневая подкормка кальциевой селитрой в сочетании с борной кислотой сократило развитие внутреннего ожога в комбинации (Хн861хАгр1321)F1 до 14,8 – 20,5 %, на восприимчивом гибриде Greenboy до 40,8 -52,6 % в зависимости от года. Кальциевые подкормки в сочетании с бором исключило заболевание только на высокотолерантном гибриде Доминанта F1.

10. По результатам конкурсного испытания на основе перспективных линий выделено два гибрида, превышающие по общей урожайности коммерческий стандарт Агрессор F<sub>1</sub> на 9,0 т/га, обладающие высокой устойчивостью к внутреннему ожогу листьев и толерантностью к табачному трипсу F1(Агр82 х 270 Хн 111) с урожайностью 76,1 т/га и гибрид предназначенный для переработки – F1(Яс25п2- х Хн270-111) с общей урожайностью 115 т/га, превышающий стандарт на 47,9 т/га .

## **РЕКОМЕНДАЦИИ СЕЛЕКЦИОННЫМ УЧРЕЖДЕНИЯМ**

В качестве компонентов скрещиваний при создании гибридов среднепозднего-позднего сроков созревания с устойчивостью к ожогу верхушки внутренних листьев кочана использовать линии Agr 82, Ten4270, Яс25п, Бс1ф, 270 Хн111.

Оценку устойчивости к ожогу необходимо вести на высоком агрофоне при относительно благоприятных условиях для формирования кочана. При оценке степени поражения необходимо использовать градационную шкалу.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ**

При выращивании гибридов среднепозднего-позднего сроков созревания в условиях жаркого климата Юга России необходимо придерживаться среднего фона по NPK, чтобы избежать проявления ожога внутренних листьев кочана на относительно устойчивых гибридах. На высоких дозах агрофона ( $N_{180}P_{180}K_{180}$ ) рекомендуется применение кальциевых внекорневых подкормок в сочетании с борной кислотой, в дозе 20 г и 5 г на 10 литров воды, соответственно, в период от начала формирования кочана с периодичностью 7-10 дней.

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

### *Публикации в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК РФ:*

1. Полякова, Н. В. Проявление ожога внутренних листьев кочана у гибридов F<sub>1</sub> капусты белокочанной на различных фонах питания / Н. В. Полякова, С. В. Королева // Рисоводство. – 2022. – № 4(57). – С. 80-88. – DOI 10.33775/1684-2464-2022-57-4-80-88. – EDN PLIPQV.

2. Полякова, Н. В. Влияние корневого питания на проявление ожога верхушки внутренних листьев кочана у гибридов белокочанной капусты / Н. В. Полякова, С. В. Королева // Картофель и овощи. – 2022. – № 12. – С. 24-28. – DOI 10.25630/PAV.2022.88.25.005. – EDN VMMLMP.

### **Прочие издания и материалы конференции**

1. Полякова, Н. В. Результаты оценки гетерозисных гибридов F<sub>1</sub> капусты белокочанной позднего срока созревания на устойчивость к табачному трипсу в условиях Юга России / Н. В. Полякова, С. В. Королева // Эколого-генетические основы селекции и возделывания сельскохозяйственных культур : материалы Международной научно-практической конференции и школы молодых ученых по эколого-генетическим основам растениеводства, Краснодар, 24–27 мая 2022

года. – Краснодар: Издательство "ЭДВИ", 2022. – С. 200-204. – DOI 10.33775/conf-2022-200-204. – EDN CUUYPE.

2. Полякова, Н. В. Изучение проявления ожога верхушки внутренних листьев кочана в селекции гибридов F1 капусты белокочанной / Н. В. Полякова, С. В. Королева // Достижения и перспективы развития АПК России : Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной памяти Р.Г. Гареева, Казань, 30–31 марта 2023 года. – Казань: Академия наук Республики Татарстан, 2023. – С. 116-119. – DOI 10.37071/conferencearticle\_658173354aea0.99044362. – EDN GCVHKF.

3. Королева, С. В. Испытание гибридов белокочанной капусты среднепозднего -позднего сроков созревания в условиях Центральной зоны Краснодарского края / С. В. Королева, Н. В. Полякова // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях меняющегося климата: Материалы Международной научно-практической конференции, Краснодар, 08–09 июня 2023 года / МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РИСА». – Краснодар: ИП Струльчанина В.И., 2023. – С. 74-77. – DOI 10.33775/conf-2023-74-77. – EDN DWTXKX.

4. Полякова, Н.В. Ген-источники ценных признаков для селекции F1 гибридов капусты белокочанной /Н.В. Полякова, С.В. Королева // Генетический потенциал сельскохозяйственных растений и его реализация в селекции, семеноводстве и размножении: Материалы Всероссийской научно-практической конференции Кубанского отделения ВОГиС, Краснодар, 14 февраля 2024 г./Министерство сельского хозяйства, ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный университет И.Т. Трубилина, 2024. – С. 138-140. – ISBN 978-5-907817-84-5.