

СМУРОВА НАТАЛЬЯ ВАСИЛЬЕВНА

УДК [574+575+581.48]:635.621.8

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ И НАСЛЕДОВАНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ
ПРИЗНАКОВ СЕМЯН КАБАЧКА (*CUCURBITA PEPO L. VAR.
GIRAMONTIA DUCH.*) В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ПРИД-
НЕСТРОВЬЕ**

Специальности: 06.01.05 – селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений
06.01.09 – овощеводство

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва – 2020

Диссертационная работа выполнена на кафедре ботаники и экологии Приднестровского государственного университета (ПГУ) имени Т.Г. Шевченко и в лаборатории новых технологий (ранее гаметной селекции) Федерального Государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО)

Научные руководители:

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, заведующий кафедрой ботаники и
экологии ПГУ имени Т.Г. Шевченко

Хлебников Валерий Федорович

доктор биологических наук,
старший научный сотрудник,
главный научный сотрудник
лаборатории новых технологий ФГБНУ ФНЦО

Балашова Ирина Тимофеевна

Официальные оппоненты:

доктор сельскохозяйственных наук,
директор ФГБНУ «Чеченский НИИ сельского хозяйства»

Гаплаев Магомед Шиблуевич

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры земледелия и растениеводства
Российского Государственного
Аграрного Заочного Университета

Гончаров Андрей Владимирович

Ведущая организация: ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет

Защита диссертации состоится «__» _____ 2020 г. в «__» часов __ минут на заседании диссертационного совета Д 220.019.02, созданного на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (143080, Московская обл., Одинцовский р-н, п/о Лесной городок, поселок ВНИИССОК, ул. Селекционная, 14).

Тел: (495) 599-24-42
Факс: (495) 599-22-77

E-mail: vniissok@mail.ru
aspirantura@vniissok.ru

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

Автореферат разослан «__» _____ 2020 г.

Учёный секретарь совета по защите докторских и
кандидатских диссертаций Д 220.019.02,
доктор с.-х. наук, ст.н.с.

Бондарева Людмила Леонидовна

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Кабачок - наиболее скороспелая овощная тыква культура открытого грунта, восполняющая недостаток в овощах в ранневесенний период (Юрина и др., 1998). Плоды кабачка являются пищевым продуктом минимальной калорийности, но максимальной биологической ценности (Тарасенко, 2019). По данным FAOSTAT за 2015-2017 годы отмечен прирост валового сбора кабачков в мире на 8,3%, средняя урожайность составляет 13,2 т/га. Суммарная площадь под кабачком в мире превышает 2,08 млн. га (2017). В Приднестровье кабачок широко возделывается в фермерских и приусадебных хозяйствах. Особое внимание при возделывании кабачка уделяется использованию гетерозисных гибридов (Ховрин, 2014). В связи с этим, семеноводство гетерозисных F_1 - гибридов кабачка приобретает особую актуальность. Однако семеноводство F_1 - гибридов затруднено как трудоемкостью проведения гибридизации, так и неоднородностью исходного семенного материала (Дютин, 2000).

Неоднородность (поливариантность) семян определяется комплексом генетических, экологических и антропогенных факторов (Макрушин, 1989; Яблонская и др., 2016; Pinto Crislaine etc., 2018). В последние годы наблюдается рост экстремальных климатических факторов: резкие колебания температуры воздуха, смена режима выпадения атмосферных осадков и т.д. Вследствие этого меняются экологические условия агроценоза, что отражается на характере роста, развития, урожайности, в том числе и на семенной продуктивности растений (Корчагин и др., 2017).

Экстремальные экологические условия в агроценозе нарушают баланс фитогормонов и оказывают влияние на формирование семян (Гусейнов, Алигаев, 2016; Гиш, Чайкин, 2016). Воздействие экзогенными физиологическими соединениями позволяет в той или иной степени гармонизировать фитогормональный статус и в итоге оказать положительное влияние на урожайность и качество плодов и семян кабачка (Чистяков, Монахос, 2016; Бухаров и др., 2019).

Показано, что для регулирования продуктивности тыквенных культур эффективным является применение препарата Мицефит (Тараканов и др., 2006; Мамонов, Старых, Гончаров, 2012).

Влияние экологических и физиологических факторов на морфометрические признаки семян линий и F_1 - гибридов кабачка изучено недостаточно и потому является актуальным.

Цель исследования: Установить уровень влияния метеорологических факторов на семенную продуктивность кабачка при ведении гибридного семеноводства в условиях Приднестровья на основе изучения изменчивости и наследования морфометрических признаков семян.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Изучить изменчивость морфометрических признаков семени кабачка в условиях изменения климата в Приднестровье.

2. Установить степень зависимости морфометрических признаков семени кабачка от метеорологических условий вегетационного сезона.

3. Оценить стабильность проявления морфометрических признаков семени кабачка и выделить селекционно ценные материнские линии, продуцирующие F_1 – гибридные семена высокого качества.

4. Определить характер наследования морфометрических признаков семени кабачка.

5. Оценить эффективность применения препарата Мицефит в семеноводстве и товарном производстве F_1 – гибридов кабачка.

Научная новизна. Установлено, что вариабельность климатических условий в Приднестровье в период «формирования-созревания» семян кабачка, наряду с генетическими особенностями, может обуславливать их неоднородность (размерную поливариантность): масса семени является наиболее вариабельной величиной по сравнению с длиной, шириной и толщиной семени, которые варьируют незначительно. Впервые установлено, что ключевой признак «масса семени» у кабачка контролируется рецессивными генами, а его проявление в значительной степени

зависит от метеорологических условий года вегетации. Впервые установлена независимость наследования линейных признаков семян кабачка. Дана оценка эффективности применения препарата Мицефит в семеноводстве и товарном производстве F_1 - гибридов кабачка.

Практическая значимость работы: Выявлено, что в условиях изменения климата в Приднестровье особое внимание при семеноводстве гетерозисных гибридов необходимо уделять показателю «масса семени». По этому показателю отобраны: экологически стабильная материнская форма 5Б, и экологически пластичные материнские формы 166/5 и 19/84, которые обладают наибольшей селекционной ценностью для производства качественных семян F_1 - гибридов. Получены 4-е F_1 - гибрида по крупности семян: **5Б**×166/5; **5Б**×48/20; **166/5** ×19/84; **19/84**×48/20. Семена двух из них - **5Б**×166/5; **5Б**×48/20 были переданы в отдел селекции и семеноводства Приднестровского НИИСХ. Показано, что препарат Мицефит можно использовать для повышения семенной продуктивности материнских линий и F_1 - гибридов кабачка. В условиях крестьянско-фермерского хозяйства (с. Парканы, Слободзейского района, ПМР) на гибриде кабачка Ленуца F_1 была установлена эффективность применения препарата Мицефит для повышения урожайности. Прибавка составила 24%.

Положения, выносимые на защиту:

1. Особенности изменчивости морфометрических признаков семян материнских линий и F_1 - гибридов кабачка в условиях изменения климата в Приднестровье.
2. Характер наследования морфометрических признаков семян кабачка.
3. Эффективность применения препарата Мицефит в семеноводстве и товарном производстве сортов и F_1 - гибридов кабачка.

Апробация работы. Результаты исследований были доложены на научных конференциях профессорско-преподавательского состава Приднестровского государственного университета имени Т.Г. Шевченко (2005-2019 гг.), на Международной научно-практической конференции «Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья (Тирасполь, ПМР: 2005, 2009, 2012, 2014,

2018), на Международной научной конференции молодых ученых и студентов «Медико-биологические и социальные проблемы современного человека» (Тирасполь, ПМР: 2007, 2008), на Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур» (Москва, Россия: 2006, 2010), на Международном научном симпозиуме «Advanced biotechnologies – achievements and prospects» (Кишинев, Молдова: 2019).

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения и приложений. Список использованной литературы включает 219 наименования, из них 30 иностранных источника. Работа изложена на 152 страницах компьютерного текста, содержит 52 таблицы, иллюстрирована 14 рисунками.

Публикации. Основные результаты исследований опубликованы в 24 научных работах, в том числе 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, и одна статья в издании «Теоретическая и прикладная экология» международной базы данных Scopus.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Объекты и методы исследований

Исследования проводились на кафедре ботаники и экологии (ПГУ имени Т.Г. Шевченко) и в лаборатории новых технологий (ранее гаметной селекции) ФГБНУ ФНЦО в 2005-2018 годах.

Объект исследований – семена кабачка (*Cucurbita pepo* L. var. *giramontia* Duch.). Предмет исследований – морфометрические признаки семян кабачка. Для эколого-генетического изучения изменчивости и наследования морфометрических признаков семени кабачка использовали 25 генотипов кабачка: 5 исходных родительских линий (166/5, 19/84, 98/5, 5Б, 48/20) и 20 гибридов F₁, полученных от скрещивания данных родительских линий между собой по диаллельной схеме. Используемые в работе линии кабачка были созданы ранее на кафедре ботаники и экологии ПГУ имени Т.Г. Шевченко и представляют пятое поколение инбридинга - I₅ (Хлебников, 2005). Морфобиологическая однородность линейного материала была подтверждена нами в предварительных экспериментах (Хлебников и др.,

2004). Данные родительские линии относятся, в основном, к ранней группе спелости и смешанному типу цветения (табл.1).

Таблица 1. Характеристика исследуемых родительских линий кабачка

Линии	Исходный сорт	Группа спелости	Тип цветения
166/5	Белоплодный	ранняя	смешанный
19/84	Хелена	ранняя	смешанный
98/5	Сотэ-38	среднеранняя	смешанный
5Б	Горнооряховский	ранняя	смешанный
48/20	Якорь	ранняя	смешанный

Методы исследований. Изучение изменчивости морфометрических признаков семян кабачка проводили на экспериментальном участке кафедры ботаники и экологии ПГУ. Агротехника применена в соответствии с требованиями, принятыми для культуры кабачка в Приднестровском научно-исследовательском институте сельского хозяйства (Анюховская и др., 1988). При закладке опытов руководствовались «Методикой полевого опыта» Б.А. Доспехова (1985) и методическими указаниями по селекции бахчевых культур (ВИР, 1988). Посев проводили на однорядковых делянках площадью 7 м^2 , в каждой делянке 10 растений, повторность опыта – трехкратная. Схема посева $140 \times 70 \text{ см}$.

Семена родительских линий и F_1 -гибридов получали в результате искусственного опыления по известной методике (Фурса, Малинина, Юлдашева и др., 1988). Семенные плоды убирали в 1 - 2-й декаде августа с последующим дозариванием в течение 20-30 дней.

Учитывали количество и массу семенных плодов на растениях, осемененность и выход семян. Изменчивость морфометрических признаков изучали в лабораторных условиях. Провели измерения 100 шт. семян из 10 семенных плодов каждого образца, таким образом, объем выборки составил 25 000 семян. Массу семени определяли, взвешивая каждое семя на торсионных весах ВТ-500 (точность до 0,001 г). Длину (l), ширину (w) и толщину (t) семени измеряли под микроскопом МБС - 10 с точностью до 0,1 мм.

Учет урожая проводили индивидуально – по каждому растению. Зеленцы собирали в технической спелости. Определяли количество и массу с точностью до 0,01 кг.

Для расчета адаптивной способности и стабильности генотипов использовали методику А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой (1985). Индексы среды определяли по формуле Eberhart и Russel (Кильчевский, Хотылева, 1997).

Генетический анализ наследования признаков провели с использованием экспериментального материала, полученного по схеме полного диаллельного скрещивания (5×5) по известной методике (Федин и др., 1980).

Биологическую эффективность совместного применения препаратов Мицефит и Этрел оценили в полевом опыте по схеме:

Этрел (А), мг/л	Мицефит (В), мг/л	Год (С)		
		2010	2011	2012
0	0 (контроль-к)	ЦЗП*	ЦЗП	ЦЗП
	10	ЦЗП	ЦЗП	ЦЗП
	100	ЦЗП	ЦЗП	ЦЗП
300	0 (стандарт-ст)	ЦЗП	ЦЗП	ЦЗП
	10	ЦЗП	ЦЗП	ЦЗП
	100	ЦЗП	ЦЗП	ЦЗП

*- целевое значение признака

Обработки растений материнской линии проводили ранцевым опрыскивателем, с покрытием всего растения водными растворами биопрепаратов. Сроки обработок: фаза 2-3 (1-ая обработка) и 6-7 настоящих листьев (2-ая обработка), концентрация препарата Мицефит: 10 и 100 мг/л (Гончаров, Тараканов, 2007). Уровень гибридности семян определяли в лабораторных условиях по маркерному признаку - цвету семядолей зародыша (Хлебников, Фоминова, 1996). Семенную продуктивность растений анализировали в соответствии с методическими указаниями (Бухаров, Балеев, Бухарова, 2013).

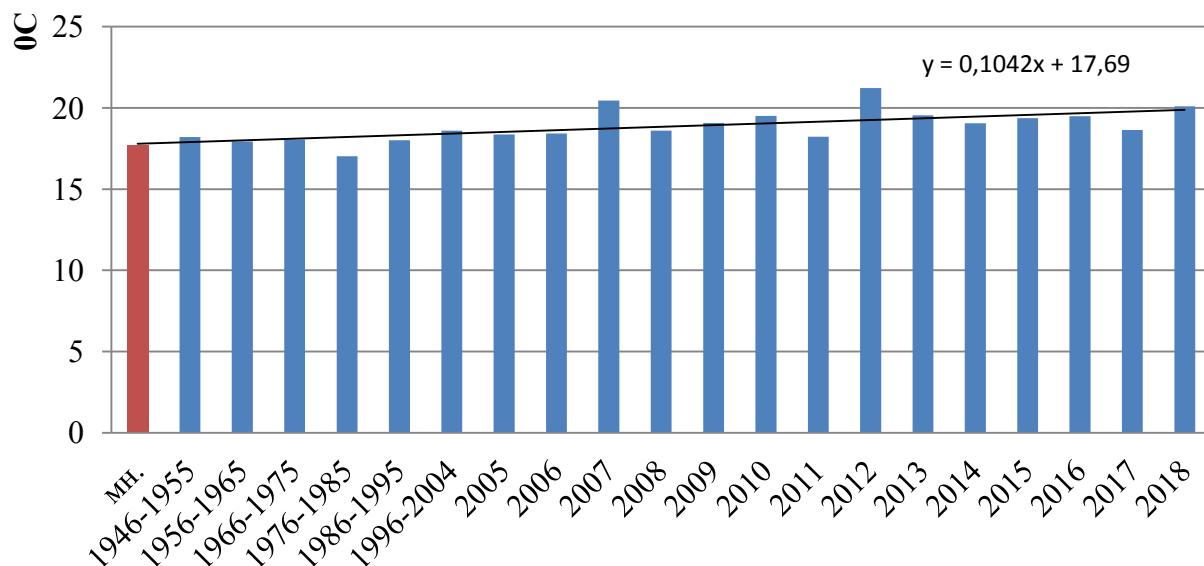
Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием модулей: Основные описательные статистики, Дисперсионный анализ и Кластерный анализ пакета программ MS Excel 2003 и STATISTICA 6 (Халафян, 2007).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

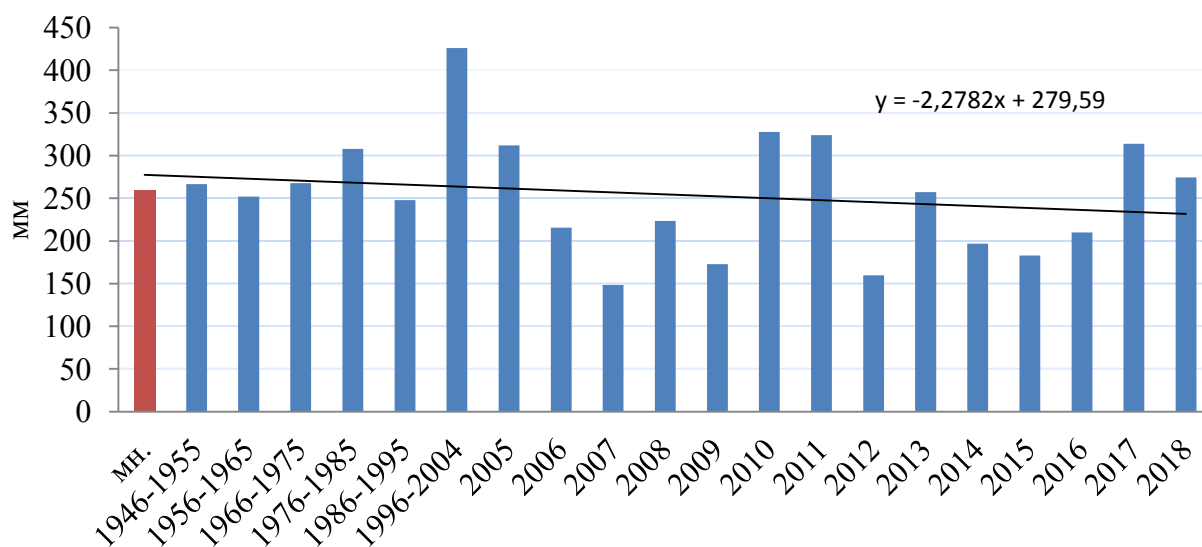
3.1. Влияние климатических изменений на ресурсный потенциал семеноводства кабачка

Климат Приднестровья умеренно континентальный, для него характерно продолжительное жаркое лето и небольшое количество осадков (Атлас ПМР, 2000). Однако в XXI веке климатические условия в Приднестровье стали меняться.

В годы проведения исследований отмечена тенденция к повышению температуры воздуха на 0,9-2,0 °С и существенному колебанию количества выпавших осадков (рис.1) в период формирования и созревания семян кабачка. Периоды жесткой засухи чередовались с чрезмерным выпадением осадков.



a



b

Рисунок 1. Тренд изменения метеоусловий периода вегетации кабачка в Приднестровье за 1946-2018 годы: **a**-температура воздуха; **b**-количество осадков.

По сравнению со средней многолетней нормой температура воздуха исследуемого периода была выше в каждом месяце на 0,1-3,5 °С. Среднемесячные суммы осадков за исследуемый период были ниже среднемноголетних на 0,5-57,6 мм. Коэффициенты вариации суммы осадков за период наблюдений составили 21,6-

53,6%. Осадки выпадают преимущественно ливневыми дождями, которые нередко причиняют вред сельскохозяйственному производству.

Характер распределения декадных суммарных осадков и температуры воздуха обусловил крайне неравномерные условия увлажнения: коэффициенты вариации ГТК составляли 29,2-61,3% (табл. 2). По гидротермическому коэффициенту Селянинова два года (2012 и 2008) анализируемого периода можно охарактеризовать как засушливые (ГТК=0,6-0,8), три (2006, 2009, 2005) – как средневлажные (ГТК=0,9-1,1), два (2010, 2011) – как влажные (ГТК= 1,3-1,5).

Таблица 2. Гидротермический коэффициент в период формирования и созревания семян кабачка, г. Тирасполь

Год	ГТК					Среднее	Влагообеспеченность	
	3.VI	1.VII	2.VII	3.VII	1.VIII		ГТК _{общ.}	ГТК _{дек.}
2005	0,2	0,2	0,1	3,0	1,7	1,0	средневлажн	засушливый
2006	1,6	0,4	1,2	0,3	1,2	0,9	средневлажн	средневлажн.
2008	0,0	0,2	0,7	3,0	0,2	0,8	засушливый	засушливый
2009	0,8	0,5	0,5	0,0	2,6	0,9	средневлажн	средневлажн
2010	5,4	0,7	0,5	0,0	0,0	1,3	влажный	влажный
2011	5,1	0,4	1,1	0,9	0,0	1,5	влажный	влажный
2012	0,2	0,3	1,4	0,9	0,3	0,6	засушливый	средневлажн.
среднее	1,9	0,4	0,8	1,2	0,9	1,0		
среднемн.	1,3	1,0	0,8	0,9	0,6	0,9		
Коэф.вар.%	35,2	48,9	61,3	40,0	34,6	29,2		

Особенно неблагоприятно на формирование морфометрических признаков отражается недостаток осадков в критические по отношению к влаге периоды развития: бутонизация – завязывание семенных плодов (Сказкин, 1971), которые календарно в Приднестровье приходятся на третью декаду июня - первую декаду июля. Во второй половине июля и августе избыток осадков негативно сказывается на состоянии семенных плодов. К годам с засушливыми периодами в критические фазы развития кабачка можно отнести 2005, 2008, 2012 годы, с избытком влаги – 2010, 2011 годы; к влажным относятся 2006 и 2009 годы. Это нашло своё естественное отражение в изменении морфометрических признаков семян: длине, ширине, толщине и массе семени.

3.2. Изучение изменчивости морфометрических признаков семени кабачка

Анализ индивидуальной изменчивости морфометрических признаков, проведённый на линейном материале (Хлебников и др., 2006, 2008), выявил, что масса семени характеризуется наиболее высокой индивидуальной изменчивостью (табл. 3). Различное влияние условий года репродукции на проявление морфометрических признаков может объясняться тем, что в онтогенезе семени каждое существенное изменение условий выращивания вызывает отклонения скорости роста многих количественных признаков (Смиряев, Пыльнев, 2006).

Таблица 3. Морфометрические показатели семян линий кабачка, средние значения признаков за 2005-2012годы

Линии	Длина (l), мм		Ширина (w), мм		Толщина (t), мм		Масса (m), мг	
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	V, %	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	V, %	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	V, %	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	V, %
1 кластер								
5Б	14,4±0,6	8,4	9,1±0,4	9,5	2,2±0,2	16,7	100,0±8,9	27,5
166/5	15,0±0,6	10,2	8,4±0,2	9,4	2,4±0,1	17,3	106,2±10,0	33,7
2 кластер								
98/5	13,8±0,4	9,3	8,3±0,2	8,1	2,4±0,1	12,2	103,4±10,3	27,6
3 кластер								
19/84	13,3±0,4	10,9	8,1±0,3	11,8	2,3±0,1	17,3	85,0±7,4	29,8
48/20	13,6±0,1	5,2	7,6±0,1	6,0	2,2±0,1	8,0	76,0±1,8	17,6

Для оценки вклада факторов «генотип» и «среда» в проявление каждого из морфометрических признаков условия, в которых проходила вегетация растений кабачка, разделили на «благоприятные» и «неблагоприятные» для семеноводства, в соответствии с индексом среды. Оценка степени влияния факторов «генотип» и «среда» на изменчивость исследуемых морфометрических признаков провели с помощью двухфакторного дисперсионного анализа. Результаты этого анализа позволили выявить существенные различия в изменчивости исследуемых морфометрических признаков семян, в зависимости как от генотипического, так и от экологического факторов (табл.4).

Анализ таблицы 4 свидетельствует о том, что изменчивость линейных параметров семян кабачка, оценённая в годы с различными климатическими условиями, складывающимися в период закладки репродуктивных органов на растении кабачка, является низкой и обусловлена, в основном, особенностями генотипа. Изменчивость интегративного параметра «масса семени», который является ключевым в характеристике сорта/гибрида («масса 1000 семян»), характеризуется как

высокая. В неблагоприятных условиях вегетационного сезона показатель «масса семени» определяется в большей степени действием факторов среды, а в благоприятных условиях - взаимодействием факторов «генотип» и «среда».

Таблица 4. Влияние факторов «генотип» и «среда» на изменчивость морфометрических признаков семян кабачка. 2005-2012 годы

Признак	Изучаемые факторы	Степень влияния факторов,%, в зависимости от условий вегетационного сезона	
		благоприятные	неблагоприятные
Длина	генотип	30,4	96,8
	среда	22,6	0,0
	генотип × среда	44,1	0,4
Ширина	генотип	7,0	94,3
	среда	25,3	3,9
	генотип × среда	57,0	0,2
Толщина	генотип	3,2	44,2
	среда	45,5	43,4
	генотип × среда	51,2	12,4
Масса	генотип	28,5	3,4
	среда	2,5	76,3
	генотип × среда	60,6	16,9

Поскольку нами было установлено, что показатель «масса семени» наиболее изменчив (табл.3), и в неблагоприятных условиях определяется в большей степени действием факторов среды (табл.4), общая оценка адаптивной способности и стабильности семян исследуемых генотипов – линейного материала и F₁ –гибридов - проводилась по массе семени. Анализ адаптивной способности и стабильности проявления признака «масса семени» у F₁-гибридов кабачка выявил, что родительские линии 5Б и 48/20 являются экологически стабильными, а линии 166/5, 98/5 и 19/84 – экологически пластичными. F₁-гибриды, материнской формой которых была линия 5Б, имели положительную реакцию на среду и большую массу семени (табл.5).

Таблица 5. Влияние материнской линии, оценённое по показателю «масса семени» ($u+vi$) и её реакции на среду (vi), на селекционную ценность генотипа F₁-гибрида кабачка ($CЦГi$), 2005-2009 годы

Материнская линия	$u+vi$	vi	$CЦГi$
166/5	92,3	-10,4	62,4
19/84	91,5	-11,23	34,45
48/20	77,7	-25,03	29,975
5Б	122,25	19,55	93,225
98/5	81,375	-21,35	16,65

Отобраны 4 F₁-гибрида кабачка с положительным гетерозисом (ПГ) и положительным доминированием (ПД) по показателю «масса семени». Это F₁-гибриды: **5Б×166/5; 5Б×48/20; 166/5 ×19/84; 19/84×48/20** (табл.6).

Таблица 6. Анализ адаптивной способности и стабильности F₁-гибридов кабачка, различающихся по признаку «масса семени», 2005-2009 годы

Гибриды F ₁	hp*	Диапазон массы семени, мг	Число гибридов, штук	Средний размер семени	Реакция на среду	Пластичность	Стабильность	Селекционная ценность
5Б×166/5; 5Б×48/20; 166/5×19/84 19/84×48/20	ПГ, ПД	100-120	2	112,5	9,8	62,3	105,3	79,3
		140-160	2	146,9	44,2	13,3	86,2	116,7

* степень доминирования признака: ПГ – положительный гетерозис, ПД – положительное доминирование.

Два F₁-гибрида кабачка с положительным гетерозисом по признаку «масса семени», полученные от экологически стабильной линии 5Б, были переданы в Приднестровский НИИСХ в 2009 году. Совместно с коллегами из ПНИИСХ были оценены биологические свойства этих гибридов.

Всхожесть семян этих F₁-гибридов кабачка существенно выше, и образование женских цветков на растении происходит на 2-6 дней раньше, чем у родительских форм (табл. 7).

Таблица 7. Всхожесть семян и наступление основных фенофаз у родительских линий и F₁-гибридов кабачка. 2009-2010 годы

F ₁ -гибриды и родительские линии	Дата посева		Всхожесть семян, %				Единичные женские цветки	
			На 12 день после посева		На 20 день после посева			
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
5Б×166/5	25.04	21.04	64,3	70,0	71,4	87,1	17.06	9.06
5Б			44,3	62,9	68,6	71,4	18.06	11.06
166/5			54,3	63,2	68,6	70,6	17.06	11.06
5Б×48/20			60,0	74,3	75,7	81,2	11.06	9.06
5Б			44,3	62,9	68,6	71,4	18.06	11.06
48/20			50,0	52,9	62,9	70,0	17.06	09.06
НСР ₀₅			12,0	12,8	8,4	6,9	-	

В условиях избытка влаги в 2010 г. отмечается более ранняя закладка женских цветков, чем в засушливых условиях 2009 года.

Урожайность F₁-гибридов, полученных на основе экологически стабильной материнской линии, была также выше, чем родительских линий (табл. 8).

Таблица 8. Урожайность родительских линий и F₁-гибридов кабачка, 2009-2010 годы

F ₁ -гибриды и родительские линии	Ранняя		Товарная		Общая	
	к-во, шт	т, кг/м ²	к-во, шт	т, кг/м ²	к-во, шт	т, кг/м ²
5Б×166/5	4,2	1,95	12,2	5,60	14,8	6,65
5Б	3,9	1,48	11,3	4,39	13,2	5,28
166/5	4,2	1,90	9,8	5,04	13,2	6,05
5Б×48/20	4,2	1,43	14,4	5,26	15,41	6,19
5Б	3,9	1,48	11,3	4,39	13,2	5,28
48/20	3,1	1,20	8,3	3,90	11,8	4,82
НСР ₀₅				0,354	НСР ₀₅	0,438

Таким образом, F₁-гибриды 5Б×166/5 и 5Б×48/20, полученные от экологически стабильной материнской линии 5Б, выделяются по комплексу хозяйственно ценных признаков: посевным качествам, раннему образованию женских цветков и урожайности растений. Они могут быть переданы на производственное испытание.

3.3. Наследование морфометрических признаков семени кабачка

Анализ генетического контроля морфометрических признаков семени кабачка осуществили на примере семян 2005, 2006 и 2012 годов репродукции, которые по индексу среды характеризовались следующим образом: благоприятные для формирования и созревания семян кабачка 2005 и 2006 годы (ГТК=1,0 и 0,9 соответственно) и засушливый 2012 год (ГТК=0,6).

Генетический анализ контроля признака «масса семени». Генетический анализ контроля признака «масса семени» выявил, что аддитивная и доминантная вариации значимы ($F_{\text{факт.}} > F_{\text{табл.}}$) (табл. 9).

Таблица 9. Анализ результатов диаллельных скрещиваний по признаку «масса семени», 2005 год репродукции

Компоненты генетической вариации	SS	df	ms	F _{факт.}	F _{табл.}
a	6198,3	4	1549,6	10,6	2,78
b	13072,9	10	1307,3	8,9	2,26
b1	1594,4	1	1594,4	10,9	4,26
b2	6857,1	4	1714,3	11,7	2,78
b3	4621,4	5	924,3	6,3	2,62
c	7772,3	4	1943,1	13,3	2,78
d	3036,2	6	506,0	3,5	2,51
Общая t	30079,7	24			
П	100,5	1	100,5	0,7	4,26
Пt	3514,7	24	146,4		

Критерий Бартлета ($\chi^2_{\text{факт.}} = 3,3$) < ($\chi^2_{01} = 7,78$)

Это позволяет предположить, что изменение компонентов генетической вариации массы семени можно описать аддитивно-доминантной моделью. Однако, при гибридизации частота распределения аллелей, детерминирующая доминирование признака, может быть асимметричной ($F(b2)_{\text{факт.}} > F(b2)_{\text{табл.}}$). На значение признака у F_1 -гибридов значимое влияние оказывает материнский эффект каждой материнской формы ($F(c)_{\text{факт.}} > F(c)_{\text{табл.}}$).

Из графического изображения данных, видно, что линии с наиболее тяжелыми семенами (98/5; 166/5; 5Б) располагаются в «рецессивной» области кривой (рис. 2), т.е. обладают рецессивными генами, на что указывает и высокое положительное значение коэффициента корреляции (табл. 10).

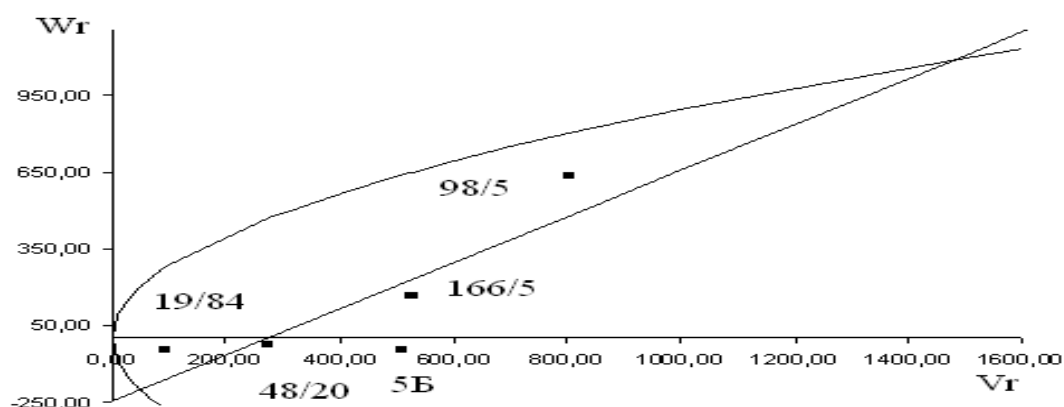


Рисунок 2. Регрессия $Wг/Vг$ для признака «масса семени» кабачка, 2005-2006, 2012 годы

Приблизительное соотношение доминантных и рецессивных аллелей (в %) у родительских линий следующее: у родительских линий 19/84 и 48/20 - 75 : 25; родительских линий 5Б, 166/5, 98/5 – 25:75.

Условия года оказали значительное влияние на аддитивный компонент изменчивости. По-видимому, это связано с тем, что при более жаркой и засушливой погоде генотипические различия между сортами выявляются резче (табл. 10).

Таблица 10. Генетические компоненты вариансного и ковариансного анализа признака «масса семени» у кабачка. 2005-2012 годы

Компонент	Годы		
	2005	2006	2012
Аддитивный компонент изменчивости – D	109,3	632,2	1949,4
Компонент изменчивости, отражающий распределение доминантных и рецессивных генов в родителях – F	-62,2	895,1	-2572,0
Компоненты изменчивости (соотношение положительных и отрицательных эффектов)	- H1	534,8	1465,4
	- H2	564,88	219,6
		623,7	1731,1

Компонент	Годы		
	2005	2006	2012
Доминантный эффект как алгебраическая сумма по всем локусам, находящимся в гетерозиготном состоянии у всех гибридов – h^2	125,34	502,0	762,9
Средняя степень доминирования признака – $(H1/D)1/2$	2,4	1,1	0,7
Отношение компонентов, отражающее распределение положительных и отрицательных генов в родителях – $H2/4H1$	0,26	0,0	0,2
Коэффициент корреляции между средним значением признака у родителей и уровнем доминантности $(Wr+Vr) - r[(Vr+Wr); x]$	0,9±0,3	0,9±0,2	1,0±0,2
Наследуемость в широком смысле слова	0,82	0,86	0,96
Наследуемость в узком смысле слова	0,77	0,77	0,83

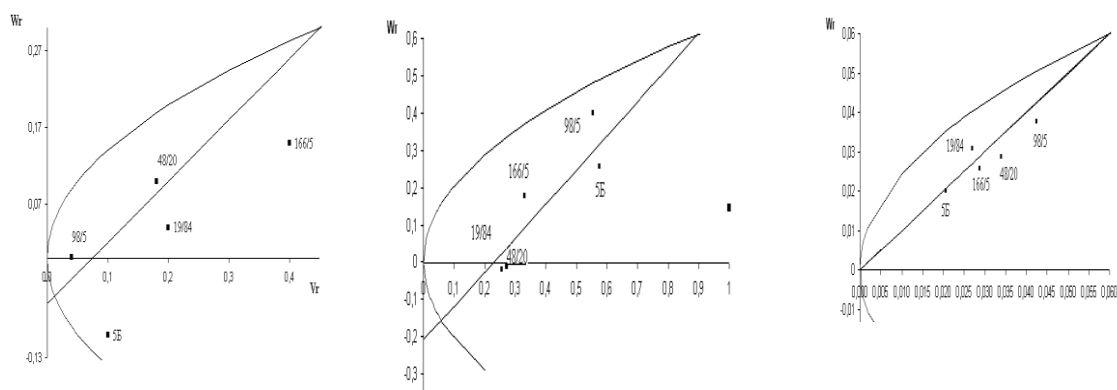
Наследуемость в широком и узком смысле имеет высокое значение, т.е. генотипическая изменчивость обусловлена аддитивными эффектами генов. Экспрессия генетических эффектов высока, и оценки материала по фенотипу будут эффективными.

При показателях высокой положительной корреляции, что характерно для признака «масса семени» во все года исследований, доминантные гены определяют уменьшение признака, а рецессивные обуславливают его увеличение. Незначительная разница между коэффициентом наследуемости в широком и узком смысле, говорит о том, что наибольшая часть генетической изменчивости между родительскими сортами должна быть высоконаследуемой и может быть легко зафиксирована селекционером в последующих поколениях во все исследуемые условия репродукции.

Генетический анализ линейных признаков семени показал довольно сложную картину их генетического контроля (рис. 3).

Главным типом внутрилокусных взаимодействий, контролирующих ширину и длину семени, является сверхдоминирование ($\sqrt{H1/D} > 1$), линия регрессии пересекает ось Wr с отрицательной стороны). Ведущим в контроле толщины семени является межлокусное аддитивное действие генов при частичном доминировании внутри локусов ($\sqrt{H1/D} = 0,44$). Смена мест родительских форм вдоль линии регрессии по линейным параметрам семени указывает на влияние различных генетических систем на формирование этих признаков.

Коэффициент корреляции между шириной и толщиной семени и соответствующими значениями $W_{Г+V_{Г}}$, хотя и положителен, но не достоверен. Это позволяет заключить, что увеличивать или уменьшать эти признаки могут как рецессивные, так и доминантные гены. Кроме того, это также может свидетельствовать о том, что данные признаки наследуются независимо.



ширина
 $\Gamma_{X \text{ и } W_{Г+V_{Г}}} = -0,78 (+/-) 0,36$
 $\sqrt{H/D_1} = 2,76$
 $H_2/4H_1 = 0,17$
 $F = 0,14$

длина
 $\Gamma_{X \text{ и } W_{Г+V_{Г}}} = 0,91 (+/-) 0,23$
 $\sqrt{H/D_1} = 1,90$
 $H_2/4H_1 = 0,05$
 $F = 0,03$

толщина
 $\Gamma_{X \text{ и } W_{Г+V_{Г}}} = -0,60 (+/-) 0,46$
 $\sqrt{H/D_1} = 0,44$
 $H_2/4H_1 = 0,80$
 $F = -0,02$

Рисунок 3. Графики регрессии $W_{Г}/V_{Г}$ для линейных признаков семени кабачка, 2005 год репродукции

Высокое положительное значение коэффициента корреляции между длиной семени и соответствующими значениями $W_{Г+V_{Г}}$ указывает на существование связи между длиной семени у родительских форм и наличием у них рецессивных аллелей: родительские формы с более длинным семенем обладают наибольшим числом рецессивных аллелей. Положительно и отрицательно определяющие признак аллели распределены между родительскими формами не одинаково, соотношение $H_2/4H_1$ отлично от 0,25. По ширине и длине семени у родительских форм в большинстве локусов преобладают доминантные аллели. По толщине семени у родительских форм в большинстве локусов преобладают рецессивные аллели $F = -0,02$.

Генетический контроль признака «ширина семени». Генетический анализ контроля ширины семени (табл. 11), показывает, что аддитивная и доминантная вариации значимы ($F_{\text{факт.}} > F_{\text{табл.}}$). Это позволяет предположить, что изменение компонентов генетической вариации ширины семени можно описать аддитивно-доминантной моделью. При этом следует учитывать, что при гибридизации частота распределения аллелей, детерминирующих доминирование признака, может быть

асимметричной ($F(b2)_{\text{факт.}} > F(b2)_{\text{табл.}}$). На значение признака у гибридов F_1 значимое влияние оказывает материнский эффект каждой материнской формы ($F(c)_{\text{факт.}} > F(c)_{\text{табл.}}$).

Таблица 11. Анализ результатов диаллельных скрещиваний по признаку «ширина семени», 2005 год репродукции

Компоненты генетической вариации	SS	df	ms	$F_{\text{факт.}}$	$F_{\text{табл.}}$
a	1,5	4	0,4	4,64	2,8
b	5,7	10	0,6	7,1	2,3
b1	1,8	1	1,8	23,0	4,3
b2	1,4	4	0,3	4,3	2,8
b3	2,5	5	0,5	6,1	2,6
c	1,2	4	0,3	3,7	2,8
d	4,5	6	0,7	9,3	2,5
Общая t	12,8	24			
П	0,01	1	0,01	0,1	4,3
Pt	1,9	24	0,1		

Критерий Барглета ($\chi^2_{\text{факт.}} = 3,9$) < ($\chi^2_{01} = 7,78$)

По ширине семени в условиях 2005 и 2006 годов наблюдается отрицательный коэффициент корреляции между средним значением признака у родителей и уровнем доминантности, который указывает на то, что доминантные гены определяют увеличение ширины семени, а рецессивные обуславливают его уменьшение (табл. 12).

Таблица 12. Генетические компоненты вариансного и ковариансного анализа ширины семени кабачка. 2005-2006, 2012 годы

Компонент	2005	2006	2012	
Аддитивный компонент изменчивости – D	0,1	0,5	12,6	
Компонент изменчивости, отражающий распределение доминантных и рецессивных генов в родителях – F	0,1	0,5	-16,1	
Компоненты изменчивости (соотношение положительных и отрицательных эффектов)	- H1	0,6	0,7	13,9
	- H2	0,4	0,1	8,8
Доминантный эффект как алгебраическая сумма по всем локусам, находящимся в гетерозиготном состоянии у всех гибридов – h2	0,9	0,2	8,0	
Средняя степень доминирования признака – $(H1/D)1/2$	2,3	0,7	0,6	

Компонент	2005	2006	2012
Отношение компонентов, отражающее распределение положительных и отрицательных генов в родителях – $H2/4H1$	0,2	0,04	0,2
Коэффициент корреляции между средним значением признака у родителей и уровнем доминантности $(Wr+Vr) - r[(Vr+Wr); x]$	-0,8±0,4	-0,7±0,4	1,0±0,1
Наследуемость в широком смысле слова	0,69	0,69	0,99
Наследуемость в узком смысле слова	0,32	0,63	0,88

Однако в условиях 2012 года доминантные аллели аккумулируются в узких семенах, а широкие семена формируются в результате действия рецессивных генов, что свидетельствует о сложном взаимодействии доминантных и рецессивных аллелей для признака «ширина семени» в условиях изменяющегося климата.

При недостаточном увлажнении отмечена тенденция к уменьшению на 0,73 размерности блока генов, детерминирующих ширину семени, по сравнению с таковым при высоком увлажнении. При этом наблюдается увеличение аддитивности генов.

Следовательно, широко используемый на практике приём сортирования (калибровки) семян кабачка по ширине семени требует уточнений с учётом экологических условий года их репродукции, особенностей генотипа и характера взаимодействия «генотип × среда».

3.3. Эффективность применения препарата Мицефит в семеноводстве F_1 - гибридов кабачка

Распространение гетерозисных гибридов кабачка в производстве до недавнего времени сдерживалось из-за сложностей получения гибридных семян, в том числе, и из-за влияния погодных условий на морфометрические параметры семени (Дютин, 2000). Нами показано, что препараты «Этрел» и «Мицефит» нейтрализуют действие неблагоприятных погодных условий на морфометрические параметры семян. Так, вариабельность показателя «масса семени» при обработке растений баковой смесью препаратов «Этрел 300мг/л + Мицефит 10 мг/л» уменьшилась по сравнению со стандартом, что привело к существенному увеличению показателя «масса 1000 семян» (табл.13).

Таблица 13. Изменчивость посевных качеств семян кабачка F₁ (166/5×98/5) при совместном применении Этрела и препарата Мицефит. 2010-2012 годы

Показатель	Стандарт-Этрел, 300мг/л	Обработка баковой смесью: Этрел, 300мг/л + Мицефит, мг/л	
		10	100
Масса 1000 семян, г	95,6±2,4	102,5±3,1	94,3±3,0
Коэффициент вариации массы семени, %	16,3	15,9	20,3
Энергия прорастания, %	88	90	90
Лабораторная всхожесть, %	97	99	98

Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян при применении препарата Мицефит увеличивались на 1-2 % , независимо от концентрации рабочего раствора.

Результаты исследований показали, что при совместной обработке препаратами Мицефит и Этрел растений материнской линии 166/5 наблюдается увеличение количества семенников на 11,8%, масса семенного плода увеличилась на 28 (10 мг/л) - 23 (100 мг/л) %, осеменённость плода, соответственно, на 7,5-10,3% (табл. 14).

Таблица 14. Характеристика семенников и урожайность семян гибрида F₁ (166/5×98/5)* кабачка при совместном применении Этрела и препарата Мицефит. 2010-2012 годы

Признак	Мицефит		
	Этрел (Стандарт)	Этрел + мицефит (10 мг/л)	Этрел + мицефит (100 мг/л)
Количество семенных плодов, шт/растение	1,7	1,9	1,9
Масса семенного плода, кг	1,20	1,54	1,48
Выход семян, г/пл.	25,0	29,3	27,6
Осеменённость плода, шт./пл.	261,9±44,6	285,7±43,1	292,5±39,1
Семенная продуктивность, г/раст.	42,5	55,7	52,4
Урожайность семян, кг/га	404	529	498

Примечание: * гибрид F₁ (166/5×98/5) - аналог коммерческого гибрида кабачка F₁ Ленуца

3.4. Оценка экономической эффективности применения препарата Мицефит в семеноводстве F₁ –гибридов кабачка

Экономическую эффективность применения препарата Мицефит рассчитывали, исходя из прибавки урожая семян, стоимости прибавки и дополнительных затрат на сбор, выделение и доработку семян (табл.15).

Дополнительная прибыль с 1 га семеноводческого посева гибрида F₁ (166/5×98/5) кабачка составила 81,3 тыс. руб./га.

Таблица 15. Экономическая эффективность применения препарата Мицефит для производства семян F₁ (166/5×98/5)* кабачка. 2010-2012 годы

Показатель	Единица измерения	Этрел (Стандарт)	Этрел +Мицефит
Уровень гибридности	%	97	98
Урожайность семян	кг/га	372	512
Прибавка урожая	кг/га	-	140
Выручка от реализации дополнительной продукции	тыс. руб./га	-	105,0
Дополнительные затраты, в том числе:	тыс. руб./га	-	23,7
- стоимость препарата, приготовление раствора	тыс. руб./га		1,9
-на сбор плодов, транспортировку, выделение и	тыс. руб./га		21,8
Дополнительная прибыль	тыс. руб./га	-	81,3
Рентабельность	%	-	343,0

Примечания: * - гибрид F₁ (166/5×98/5) - аналог коммерческого гибрида кабачка F₁ Ленеца;
 ** - закупочная цена 1 кг семян-750 руб., стоимость 1 г препарата Мицефит-1100 руб.

Рентабельность применения препарата Мицефит для обработки материнской линии 166/5 кабачка составила 343%, то есть использование препарата Мицефит как элемента технологии выращивания гибридных семян кабачка экономически выгодно.

Для разработки регламентов применения препарата Мицефит для повышения урожайности кабачка F₁ Ленеца был проведен производственный опыт (табл. 16).

Таблица 16. Урожайность кабачка в производственном опыте, проведённом в КФХ в с. Парканы Слободзейского района, ПМР. 2018
 а) общая урожайность

Вариант	Урожайность, т/га, по повторениям				Среднее
	1	2	3	4	
1-й (контроль)	43	41	42	47	43
2-й (мицефит)	50	49	54	55	52
НСР ₀₅					7,7

б) товарная урожайность

Вариант	Урожайность, т/га, по повторениям				Среднее
	1	2	3	4	
1-й (контроль)	35	39	34	41	37
2-й (мицефит)	45	44	48	47	46
НСР ₀₅					7,4

Результаты показали, что при замачивании семян в течение 30 минут в водном растворе препарата Мицефит, из расчета 10 мг/л, товарная урожайность увеличивается на 24%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вариабельность морфометрических признаков семян линий и F_1 - гибридов кабачка в условиях изменения климата в Приднестровье происходит в следующем порядке: масса семени 33,7% → толщина семени 17,3%, → ширина семени 11,8% → длина семени 10,9%. Наиболее вариабельным морфометрическим признаком является «масса семени»: коэффициент вариации составляет 17,6 – 33,7%.

В неблагоприятных метеорологических условиях проявление признаков «длина семени» и «ширина семени» в большей степени определяется генотипом; проявление признака «толщина семени» определяется в равной степени генотипом и средой. Проявление признака «масса семени» в неблагоприятных метеорологических условиях определяется в большей степени действием факторов среды, а в благоприятных условиях - взаимодействием факторов «генотип» и «среда».

На основании оценки адаптивной способности и экологической стабильности 25 генотипов, выполненной по показателю «масса семени», выделены экологически стабильные родительские линии 5Б и 48/20 и экологически пластичные родительские линии 166/5, 98/5 и 19/84. Наибольшей селекционно-семеноводческой ценностью обладали F_1 -гибриды, материнскими формами которых являлись линии **5Б**, **166/5** и **19/84**. Отобрано 4 F_1 - гибрида кабачка с положительным гетерозисом (ПГ) и положительным доминированием (ПД) по признаку «масса семени», полученных на основе данных материнских форм: **5Б**×166/5; **5Б**×48/20; **166/5**×19/84; **19/84**×48/20.

Наследование признака «масса семени» у кабачка контролируется рецессивными генами; в средне-влажных условиях для него характерно сверхдоминирование; в засушливых условиях - частичное доминирование.

Наследование линейных признаков семян кабачка в F_1 происходит независимо:

- наследование толщины семени осуществляется в результате межлокусного аддитивного действия генов.
- наследование ширины семени и длины семени осуществляется по типу сверхдоминирования.

Применение препарата Мицефит в F₁-гибридном семеноводстве кабачка является эффективным. Обработки материнской линии F₁-гибрида (166/5×98/5) кабачка баковой смесью «Этрел-300мг/л + Мицефит-10мг/л» оказали положительное воздействие на все показатели семенной продуктивности растений: урожай семян увеличился в 1,37 раза, рентабельность производства от применения препарата Мицефит составила 343 %.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При получении F₁-гибридных семян особую ценность представляют материнские формы с крупными семенами 5Б, 166/5 и 98/5, которые продуцируют наибольшее количество F₁-гибридов с семенами высокого качества - вне зависимости от погодных условий вегетационного сезона.

2. В качестве элемента технологии при производстве F₁ - гибридных семян кабачка использовать обработку материнской линии баковой смесью препаратов «Этрел 300мг/л + Мицефит 10 мг/л» в фазы 2-3 и 6-7 настоящих листьев.

Список опубликованных работ по теме диссертации

Монография

1. Смулова, Нат.В. Биоинформационная стабилизация продуктивности агроценоза. Монография / В.Ф. Хлебников, А.П. Погребняк, Над.В. Смулова, Нат.В. Смулова, И.И. Мартын - Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2018. -168 с.

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

2. Смулова, Нат.В. Эколого-генетический анализ морфометрических признаков семени *Cucurbita pepo* var. *giramontia* Duch. / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова // Теоретическая и прикладная экология. – 2017. - №2. - С. 42-46. (База данных Scopus).
3. Смулова, Нат.В. Особенности поливариантности семян *Cucurbita pepo* L. var *giramontia* Duch. в условиях изменения климата в Приднестровье / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова, И.Т. Балашова //Овощи России. – 2020. - №1. - С.58-65.
4. Смулова, Нат.В. Влияние препарата Мицефит на семенную продуктивность и качество гибридных семян кабачка (*Cucurbita pepo* L. var *giramontia* Duch.) / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова, Над.В. Смулова, И.Т. Балашова //Овощи России. – 2020. - №2. - С.52-57.

Статьи в прочих изданиях

5. Смулова, Нат.В. Особенности проявления гетероспермии у *Cucurbita pepo* L. var *giramontia* Duch. / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова, Над.В. Смулова //Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья: Материалы II Международной научно-практической конференции. - Тирасполь: ПГУ, 2005. - С.91-92.

6. Смулова, Нат.В. К вопросу о реализации генетического потенциала разновеликих семян кабачка / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова, Над.В. Смулова //Иновационные технологии в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур. Материалы конференции. – М.: ВНИИССОК, 2006. - Т.2. - С. 344-345.
7. Смулова, Нат.В. Изменчивость и наследование массы семени кабачка / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова // Материалы II Международной научной конференции молодых ученых и студентов «Медико-биологические и социальные проблемы современного человека». - Тирасполь, 2008. - С. 120-124.
8. Смулова, Нат.В. Наследование некоторых морфометрических признаков семени кабачка / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова // Вестник Приднестровского университета. - Тирасполь: ПГУ, 2009. - № 2. - С.110-113.
9. Смулова, Нат.В. Особенности наследования некоторых морфометрических признаков растений кабачка // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. III МНПК. - Тирасполь: ПГУ, 2009. - С. 184-185.
- 10.Смулова, Нат.В. Изменение продуктивности растений в зависимости от генотипических и биотехнологических факторов предпосевной подготовки семян / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова, Над.В. Смулова // Бассейн реки Днестр: экологические проблемы и управление трансграничными природными ресурсами. МНПК. - Тирасполь, 2010. - С. 273-276.
- 11.Смулова, Нат.В. Изменчивость и наследование линейных размеров семени кабачка / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова, Над.В. Смулова //Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы. Материалы II МНПК. - М.: ВНИИССОК, 2010. - Т.1. - С. 532-538.
- 12.Смулова, Нат.В. Зависимость ширины семени кабачка от условий года репродукции / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова // Экологическая безопасность и проблемы использования природных ресурсов Приднестровья. НПК. – Бендеры, 2010. - С. 36.
- 13.Смулова, Нат.В. Исследование изменчивости морфометрических признаков семян кабачка / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова, Над.В. Смулова // Вестник Приднестровского университета. - Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та., 2011. - №2(38). - С.90-96.
14. Смулова, Нат.В. Эколого-генетическая изменчивость морфометрических признаков семени кабачка / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова // Международная конференция молодых ученых и специалистов: Сборник статей. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. - Т. 1. - С. 253-260.
- 15.Смулова, Нат.В. Генотипические особенности флуктуации массы семени *Cucurbita pepo* var. *giramontia* Duch. в зависимости от условий репродукции / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова //Вестник Приднестровского университета. Серия: Медико-биологические и химические науки. - Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та., 2013. - №2 (44). - С.88-93.
16. Смулова, Нат.В. Флуктуация массы семени *Cucurbita pepo* var. *giramontia* Duch. в зависимости от генотипа и погодных условий года репродукции / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова //Факторы экспериментальной эволюции организмов. Сборник МПК. - Киев: ЛОГОС, 2013. - Том 13. - С.266-270.
- 17.Смулова, Нат.В. Зависимость морфометрических признаков семени от условий превегетации / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова //Проблемы и тенденции развития

- сельскохозяйственного производства в современных условиях. Материалы научн.-практ. конф. 24 апреля 2014 г. - Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2014. - С. 175-179.
18. Смулова, Нат.В. Зависимость изменчивости морфометрических признаков семени от генотипа и условий превегетации / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова, Над.В. Смулова // Селекция и семеноводство овощных культур: сборник научных трудов. - М.: Изд-во ВНИИССОК, 2014. - С.556-561.
 19. Смулова, Нат.В. Виталитетный подход к оценке качества семян культиваров / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья: Материалы V Международной научно-практической конференции 14 ноября 2014 г. - Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2014. - С.304-305.
 20. Смулова, Нат.В. Анализ изменчивости морфометрических признаков семян кабачка. Многомерный статистический анализ / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова, Над.В. Смулова // Современное состояние и перспективы инновационного развития сельского хозяйства: Материалы МНПК, посвященной 85-летию со дня основания НИИ-ИСХ 16-17 нояб. 2015г. - Тирасполь: Есо-Tiras, 2015. - С. 181-185.
 21. Смулова, Нат.В. Экоинформационные проблемы управления разнокачественностью семян культивара / В.Ф. Хлебников, Н.Е. Онуфриенко, Над.В. Смулова, Нат.В. Смулова // Теоретические и практические аспекты функциональной экологии. Сборник тезисов научно-практической конференции. - Пущино, 2016. - С.178-181.
 22. Смулова, Нат.В. Методология использования семян растений в биоэкологическом эксперименте в системе образования и практике / В.Ф. Хлебников, Над.В. Смулова, Нат.В. Смулова // Пути совершенствования естественно-географического образования в ПМР. Материалы VI Республиканской научно-практической конференции (с международным участием). -Тирасполь, 25 ноября 2016 г. - Изд-во Приднестр. ун-та, 2016. - С. 336-340.
 23. Смулова, Нат.В. Анализ изменчивости морфометрических признаков семени / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смулова // Доклады ТСХА: Сборник статей. - 2018. - Вып. 290. - Ч. III. - С. 27-29.
 24. Smurova, Nat.V. Aspectele ecologo-genetice ale multivariantei dimensionale a semintelor *Cucurbita pepo* var. *giramontia* Duch. / V.F. Khlebnikov, Nat.V. Smurova, I.T. Balashova // «Biotehnologii avansate – realizari si perspective» Simpozion stiintific international. - Chisinau:S.n., 2019. - P. 158.