

**СМУРОВА НАТАЛЬЯ ВАСИЛЬЕВНА**

УДК [574+575+581.48]:635.621.8

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

Специальность: 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, доцент,  
заведующий кафедрой ботаники, селекции и  
семеноводства садовых растений Российского  
государственного аграрного университета –  
московской сельскохозяйственной академии  
(РГАУ-МСХА) имени К.А. Тимирязева

**Монахос Сократ Григорьевич**

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](http://www.vniissok.ru)

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Учёный секретарь совета по защите докторских и  
кандидатских диссертаций Д 220.019.02,  
доктор с.-х. наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства  
капустных культур ФГБНУ ФНЦО

**Бондарева Людмила Леонидовна**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследований.** В промышленных технологиях возделывания овощных культур, в том числе кабачка, большое внимание уделяется качеству семян. Семена в агротехнологиях рассматриваются не только как носители биологических свойств сорта/гибрида, но и как факторы, позволяющие перейти на прецизионные технологии земледелия. Использование качественных семян обуславливает точный высеv, что исключает в дальнейшем нормирование густоты стояния растений и приводит к повышению качества и количества урожая (Бухаров и др., 2013). Важнейшими показателями качества семян являются их масса и выравненность по морфометрическим признакам. Однако вследствие фенотипической изменчивости и неоднозначности характера связи между морфометрическими и агрономическими параметрами семян вопрос об их информативности как предмета прецизионных технологий является дискуссионным (Макрушин, 1989).

Известно, что семена - это популяционная система, обладающая вариативностью программ развития и фенотипического разнообразия (явление поливариантности индивидуального развития). Поливариантность семян является необходимым условием адаптивной стратегии растительных видов в нативных фитоценозах, однако в агроценозах ее проявление ограничивается уровнем применяемых технологий возделывания сельскохозяйственной культуры (Литвинов и др., 2016). Установлено, что поливариантность морфометрических признаков семян сельскохозяйственных растений определяется комплексом факторов: гидротермические и агротехнические условия года репродукции (превегетационные факторы), рострегулирующие препараты, генотипические факторы, характер взаимодействия «генотип-среда» и др. (Строна, 1966; Яблонская и др., 2016). В последние годы увеличилась интенсивность экстремальных климатических явлений: наблюдается резкое повышение температуры выше климатической нормы, меняется режим выпадения

атмосферных осадков и т.д. Это, несомненно, влияет на экологические условия агроценоза и отражается на темпах роста, развития и урожайности растений (Корчагин и др., 2017).

Формирование семян определяется балансом гормональных веществ, который нарушается при воздействии экстремальных экологических факторов. Экзогенное воздействие некоторых стимулирующих факторов позволяет в той или иной степени гармонизировать фитогормональный статус и в итоге оказать положительное влияние на урожайность и качество плодов и семян тыквенных культур (Бухаров и др., 2019). Показано, что для регулирования продуктивности тыквы и огурца эффективным является применение препарата мицефит (Тараканов и др., 2006; Азарян и др., 2016).

Влияние экологических факторов и препарата мицефит на морфометрические признаки семян кабачка изучено недостаточно и является актуальным в условиях изменения климата.

**Степень разработанности темы.** Семена кабачка не являются продуктовыми органами, и их изучение связано, главным образом, с их технологическими и пищевыми свойствами: в технологическом аспекте для разработки способов их сортирования (Деревенко и др., 2010; Цепляева и др., 2017); в пищевом – для выделения масла (Bandoniene etc., 2013; Petkova, Antova, 2014; Кикалишвили и др., 2014; Hernández-Santos etc., 2016; Meru etc., 2018). Трудности, с которыми сталкивается в данной ситуации исследователь и практик, обусловлены явлением разнокачественности – (Кулешов, 1963; Овчаров, Кизилова, 1966; Строна, 1966; Кизилова, 1974), неоднородности семян (Левина, 1981) и гетероспермии (Макрушин, 1989; Марков, Телебокова, 2015).

Явление разнокачественности семян биологически важное свойство растительного организма, оно необходимо для выживания вида. Однако, в семеноводстве данное явление носит нежелательный характер. В частности, невыровненные по размеру семена не способствуют получению равномерных всходов и полноценных растений (Бухаров и др., 2019; Valencia-Diaz Susana

etc., 2015; Harker, 2015; Gaur Pooran M. etc., 2016). В селекционном плане данное явление осложняет получение гибридных семян кабачка (Дютин, 2000). Разнокачественность семян обуславливается как многообразием условий, в которых формируется семя, так и генетическими факторами (Кизилова, 1974; Thompson, 1970; Mayer, Poliakoff-Mayber, 1975; Allard, 1988; Pinto Crislaine etc., 2018).

Кабачок - культура очень требовательная к свету, теплу и влаге (Шатковский, 2011; Осинкин и др., 2014; Авдеенко, 2015). Температурные условия и атмосферные осадки в период роста и развития семенных растений могут резко замедлить или ускорить процессы созревания и послеуборочного дозаривания семян (Гусейнов и др., 2016).

В настоящее время в целях повышения семенной продуктивности овощных растений и качества семян широко используются стимуляторы растений (Гиш, Чайкин, 2016; Кузмин, 2018; Бухаров и др., 2019). На тыквенных культурах для стимуляции роста и развития растений перспективным является препарат мицефит (Тараканов и др., 2006; Тараканов, Гончаров, 2007). Изучение влияния препарата (регулятора роста) мицефит на семенную продуктивность кабачка необходимо для совершенствования технологии производства семян.

**Цель исследования:** Установить уровень влияния факторов превегетации на семенную продуктивность кабачка в условиях изменения климата в Приднестровье на основе изучения изменчивости и наследования морфометрических признаков семян.

**Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:**

1. Оценить изменчивость морфометрических признаков семян кабачка.
2. Установить взаимозависимость изменчивости морфометрических признаков семени кабачка.
3. Определить стабильность проявления морфометрических признаков семени кабачка.

4. Определить характер наследования морфометрических признаков семени кабачка.

5. Выявить влияние превегетационных факторов на проявление размерной поливариантности семян кабачка.

6. Определить эффективность применения препарата мицефит в семеноводстве кабачка.

**Научная новизна.** Выявлены общие закономерности и особенности фенотипической и генотипической изменчивости морфометрических признаков семян кабачка. Установлено, что вариабельность климатических условий в Приднестровье в период формирования-созревания семян кабачка обусловила их размерную поливариантность. Впервые показано: варьирование морфометрических признаков семени кабачка в зависимости от гидротермических условий имеет нелинейный характер: масса является наиболее вариабельной по сравнению с длиной, шириной и толщиной семени. Впервые установлен автономный характер наследования морфометрических признаков семян кабачка. Дана оценка эффективности применения препарата мицефит в семеноводстве гибридов кабачка.

**Практическая значимость работы:** Установлено, что в условиях изменения климата в Приднестровье особое внимание при семеноводстве гетерозисных гибридов необходимо уделять показателю «масса семени». Выделены: экологически стабильная материнская форма 5Б, и экологически пластичные материнские формы 166/5 и 19/84, которые дают наибольшее число гетерозисных гибридов. Показано, что применение препарата «мицефит» можно использовать для повышения семенной продуктивности материнских линий и гетерозисных гибридов кабачка.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Изменчивость морфометрических признаков семян генотипов кабачка в меняющихся климатических условиях.

2. Определение характера наследуемости морфологических признаков семян кабачка.

3. Автономность наследования морфометрических признаков семян кабачка.

4. Эффективность применения препарата мицефит в семеноводстве 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 приложения. Список использованной литературы включает 284 наименований, 24 иностранных источника. Работа изложена на 166 страницах компьютерного текста, содержит 51 таблицу, иллюстрирована 17 рисунками.

**Публикации.** Основные результаты исследований опубликованы в 23 научных работах, в том числе 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, и одна из них - статья в Международной базе данных Scopus.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во **введении** показана актуальность исследований по изучению изменчивости и наследования морфометрических признаков семени кабачка. Сформулированы цели и задачи, новизна, теоретическая и практическая

значимость результатов исследований, основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов исследования.

В **первой главе «Обзор литературы»** представлен обзор источников информации, раскрывающий современное состояние изученности влияния климатических факторов на изменчивость морфометрических признаков семян; дано определение поливариантности развития семени как фактора изменчивости, выявлены закономерности генотипической изменчивости морфометрических признаков семени. Представлен эколого-генетический подход к анализу морфометрических признаков семени. Дается характеристика способам использования регуляторов роста на культуре кабачка.

Во **второй главе «Методика исследований»** представлены объект и методы исследования, почвенные и метеоусловия проведения исследований.

### **ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исследования проводили в лаборатории «Биоинформатика» (ПГУ им. Т.Г. Шевченко) и лаборатории новых технологий (ранее - гаметной селекции) (ФГБНУ ФНЦО) в 2005-2012 годах.

Объект исследований – семена кабачка (*Cucurbita pepo* var. *giramontia* Duch.).

Для эколого-генетического изучения изменчивости и наследования морфометрических признаков семени кабачка, а также адаптивной способности растений к абиотическим факторам среды (количество осадков и температура воздуха) в период «формирование-созревание» семени, использовали 25 генотипов кабачка: 5 пребридинговых линий (166/5, 19/84, 98/5, 5Б, 48/20) и 20 гибридов F<sub>1</sub>. По фенотипическому проявлению морфометрических признаков (ширина, масса семени, раннеспелость) исходные формы относились к различным классам (табл. 1).



Таблица 1 - Характеристика исследуемых родительских форм

*Cucurbita pepo* var. *giramontia* Duch.

Линии	Исходный сорт	Величина семян	Группа спелости
166/5	Белоплодный	крупные	ранняя
19/84	Хелена	мелкие	ранняя
98/5	Сотэ-38	среднекрупные	среднеранняя
5Б	Горнооряховский	крупные	ранняя
48/20	Якорь	мелкие	ранняя

Семена родительских форм и гибридов получали в результате искусственного опыления преимущественно в 3-й декаде июня. В фазе окрашенного бутона, накануне скрещивания, изолировали ватой мужские и женские цветки. Опыление проводили с 6 до 9 часов 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.

Предмет исследований – морфометрические признаки семян кабачка.

Изучение изменчивости морфометрических признаков семян кабачка проводили на экспериментальном участке НИЛ «Биоинформатика» ПГУ в трёх повторностях. Агротехника применена в соответствии с требованиями, принятыми для культуры кабачка в Приднестровском научно-исследовательском институте сельского хозяйства (Анюховская др., 1988). При закладке опытов руководствовались методическими указаниями Б.А. Доспехова (1985) и методическими указаниями по селекции бахчевых культур (ВИР, 1988).

Учитывали количество и массу семенных плодов на растениях, осемененность плодов и выход семян на плод. Изучение изменчивости морфометрических признаков проводили в лабораторных условиях. Выборка 100 шт. семян из 10 семенных плодов. Взвешивали каждое семя на торсионных весах ВТ-500 с точностью до 0,001 г и измеряли каждое семя в отдельности, определяли длину (l), ширину (w) и толщину (t) с использованием микроскопа МБС - 10 с точностью до 0,1 мм.

Оценку эффективности совместного применения препаратов мицефит и этрел провели в полевом опыте.

Схема опыта

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

Схема посева 2:1 (2 материнских ряда, 1 - отцовский). Обработки растений материнской линии проводили ранцевым опрыскивателем, с покрытием всего растения водными растворами биопрепаратов. Сроки обработки: фаза 2-3 и 6-7 настоящих листьев, концентрация препарата мицефит: 10 и 100 мг/л (Гончаров, Тараканов, 2007). Уровень гибридности семян определяли в лабораторных условиях по цвету семядолей зародыша (Хлебников, Фоминова, 1996). В вариантах с обработкой растений одним препаратом мицефит семена получали при искусственном опылении.

Семенную продуктивность растений анализировали в соответствии с методическими указаниями (Бухаров и др., 2013).

Статическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием модулей: Основные описательные статистики, Дисперсионный анализ (Доспехов, 1985) и Кластерный анализ пакета программ MS Excel 2003 и STATISTICA 6 (Халафян, 2007).

Для расчета адаптивной способности и стабильности генотипов использовали методику А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой (1985).

Генетический анализ наследования признаков провели с использованием экспериментального материала, полученного по схеме

полного диаллельного скрещивания (5×5) по J.H. Jinkes и В.J. Hayman (1953) (Федин и др., 1980).

Для характеристики наследования признака в F<sub>1</sub> использовали показатель степень доминирования в прописи А.А.Жученко (1974).

Анализ комбинационной способности родительских форм определяли по Гриффингу (Griffing, 1956).

### **Характеристика регулятора роста мицефит**

Препарат мицефит разработан на основе микоризных грибов, выделенных из корней растений. Препарат предназначен для обработки семян и вегетирующих растений.

Основу препарата мицефит составляют биологически активные вещества. Препарат способствует усилению азотфиксации, интенсифицирует процесс фотосинтеза, стимулирует усвоение минеральных элементов питания, повышает устойчивость растений к биотическим и абиотическим стрессам. Не содержит живых клеток, технологичен в изготовлении, чрезвычайно экономичен в применении, экологически безопасен, не токсичен, не обладает мутагенной активностью, что позволяет получать продукцию высокого качества с улучшенными биохимическими показателями. Состав препарата и концентрация действующих веществ: β-индолилуксусная кислота - 0,117 мг/кг, остатки питательной среды, компоненты защитной среды – Д (+) - лактоза - одноводная по ТУ 6-09-2293-79 – 692, декстран м.в. 4000 – 6000 “SERVA@ – 169 – 60г. Разработан ОАО «Биохиммаш» (г. Москва) ([www.bioplaneta.ru/micefit](http://www.bioplaneta.ru/micefit); <http://micefit.fbvt.ru/>).

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **Изменчивость морфометрических признаков семян генотипов кабачка**

Сорт/гибрид при культивировании сельскохозяйственных растений представляет собой результат сложного взаимодействия генотип-среда. Под средой в агросистемах понимают как почвенно-климатические, так и технологические условия возделывания. Таким образом, селекционер, по

сути, изучает и отбирает не генотипы как таковые, а оценивает их норму реакции на абиотические, биотические и антропогенные факторы среды (Кильчевский, Хотылева, 2008). Если рассмотреть исследуемые генотипы как популяцию, то вариабельность этой системы будет отражать разнообразие изменчивости параметров семени кабачка.

При изменении интенсивности внешних экологических факторов проявляется резерв генетической изменчивости. При репродукции семян в период 2005-2006; 2008-2012 годы экологическая вариабельность массы семени меняется в пределах 5,2-26,3% (табл. 2).

Таблица 2 - Генотипическая и экологическая изменчивость массы семян кабачка, 2005-2012 годы

Генотип	Масса 1000 семян, г в годы исследований							V <sub>e</sub> , %
	2005	2006	2008	2009	2010	2011	2012	
5Б	123,9	102,5	83,1	90,5	-	-	-	17,8
166/5	105,2	98,7	85,7	67,0	149,0	120,0	117,7	24,8
98/5	143,7	136,0	96,0	66,5	100,0	94,0	88,0	26,3
19/84	79,2	69,2	85,5	78,0	63,0	121,0	98,8	23,1
48/20	80,3	73,5	76,1	70,9	-	-	79,3	5,2
V <sub>g</sub> , %	26,2	27,9	8,4	13,4	41,5	13,7	17,2	

Генотипическая изменчивость массы семени варьировала по годам от 8,4% в 2008 году до 41,5% – в 2010. Высокая изменчивость генотипов по массе семени отмечена в 2005-2006 и 2010 годы, средняя – в 2009 и 2011-2012 годы и низкая в 2008 году.

Экологическая и генотипическая изменчивость ширины семян низкая, не превышает 10% (табл. 3).

Таким образом, изменчивость линейных признаков в целом ниже, чем изменчивость интегративного параметра – масса семени.

Таблица 3 - Генотипическая и экологическая изменчивость  
ширины семени кабачка. 2005-2012 годы

Генотип	Ширина семени, мм, в годы исследований							V <sub>e</sub> , %
	2005	2006	2008	2009	2010	2011	2012	
5Б	8,2	9,0	10,1	9,0	-	-	-	8,6
166/5	7,6	8,2	9,6	8,3	8,1	8,6	8,7	7,4
98/5	8,2	8,4	9,0	8,0	9,0	8,0	7,4	6,9
19/84	7,5	7,2	9,1	7,2	9,2	8,9	7,9	11,0
48/20	7,5	7,2	7,6	7,7	-	-	7,8	3,0
V <sub>g</sub> , %	4,7	9,8	10,3	8,4	6,7	5,4	6,9	

Общая оценка генотипов по параметрам, определяющим их адаптивную способность и стабильность, представлена в таблице 4.

Таблица 4 - Параметры адаптивной способности и стабильности  
генотипов по массе семени, 2005-2009 годы

генотип	u+v <sub>i</sub>	v <sub>i</sub>	$\delta^2(G \times E)_{gi}$	$\delta^2CAC_i$	$\delta CAC_i$	l <sub>gi</sub>	s <sub>gi</sub>	СЦГ <sub>i</sub>	K <sub>gi</sub>
166/5	117,6	15,1	70,1	120,6	11,0	0,1	9,3	81,9	-10,2
98/5	116,9	14,4	159,2	32,9	5,7	4,8	4,9	98,3	-2,8
5Б	117,6	15,1	15,4	134,6	11,6	0,1	9,9	79,9	-11,4
19/84	77,6	-25,0	34,6	73,0	8,5	0,5	11,0	49,9	-6,2
48/20	79,1	-23,4	12,2	346,3	18,6	0,0	23,5	18,7	-29,3
166/5×19/84	108,3	5,6	112,5	120,6	11,0	0,9	10,1	72,7	-10,2
166/5×48/20	69,7	-33,0	11,9	32,9	5,7	0,4	8,2	51,1	-2,8
166/5×5Б	102,2	-0,5	16,0	134,6	11,6	0,1	11,4	64,5	-11,4
166/5×98/5	89,0	-13,7	18,6	73,0	8,5	0,3	9,6	61,3	-6,2
19/84×166/5	84,7	-18,0	29,0	346,3	18,6	0,1	22,0	24,3	-29,3
19/84×48/20	116,6	13,9	12,0	90,0	9,5	0,1	8,1	85,8	-7,6
19/84×5Б	68,8	-34,0	13,3	57,6	7,6	0,2	11,0	44,1	-4,9
19/84×98/5	95,9	-6,8	80,0	1194,2	34,6	0,1	36,0	-16,4	-101,1
48/20×166/5	86,0	-16,7	11,5	51,5	7,2	0,2	8,3	62,7	-4,4
48/20×19/84	73,9	-28,8	17,0	280,3	16,7	0,1	22,7	19,5	-23,7
48/20×5Б	74,4	-28,4	13,7	69,2	8,3	0,2	11,2	47,3	-5,9
48/20×98/5	76,5	-26,2	40,4	701,9	26,5	0,1	34,6	-9,6	-59,4
5Б×166/5	152,8	50,1	16,1	88,4	9,4	0,2	6,2	122,3	-7,5
5Б×19/84	99,5	-3,2	13,3	81,9	9,0	0,2	9,1	70,1	-6,9
5Б×48/20	140,9	38,2	10,5	84,0	9,2	0,1	6,5	111,1	-7,1

генотип	$u+v_i$	$v_i$	$\delta^2(G \times E)_{g_i}$	$\delta^2 CAC_i$	$\delta CAC_i$	$l_{g_i}$	$s_{g_i}$	СЦГ <sub>i</sub>	$K_{g_i}$
5Б×98/5	95,8	-6,9	12,2	66,2	8,1	0,2	8,5	69,4	-5,6
98/5×166/5	89,4	-13,3	59,2	1067,5	32,7	0,1	36,5	-16,7	-90,4
98/5×19/84	83,6	-19,2	56,6	1055,4	32,5	0,1	38,9	-22,0	-89,4
98/5×48/20	81,8	-20,9	13,2	45,1	6,7	0,3	8,2	60,0	-3,8
98/5×5Б	70,7	-32,0	12,9	61,1	7,8	0,2	11,0	45,3	-5,2

В среднем за годы исследований формы 19/84 и 48/20 обладают мелкими семенами и отрицательным эффектом генотипа на среду, формы 166/5, 98/5 и 5Б - крупными семенами и положительной реакцией генотипа. Наибольшими эффектами ОАС обладают формы 166/5, 98/5 и 19/84. Корреляция между показателями продуктивности  $u+v_i$  и стабильности  $\delta^2 CAC_i$  не выявлена ( $r=-0,1$ ). Формы 5Б и 48/20, имеющие низкие варианты взаимодействия генотипа и среды  $\delta^2(G \times E)_{g_i}$ , оказались стабильными. У всех исследуемых генотипов коэффициент компенсации  $K_{g_i}$  выше 1, что свидетельствует о преобладании эффекта дестабилизации. Коэффициент нелинейности  $l_{g_i}$  показал, что у форм 166/5, 5Б, 19/84 и 48/20 ответы на воздействие среды носят линейный характер (0,0-0,5); у формы 98/5 – нелинейный (4,8).

Сопоставление коэффициентов  $OAC_i$  показало, что линии 166/5, 98/5 19/84 характеризуются высокой адаптивной способностью и низкими значениями стабильности, что может свидетельствовать об их экологической пластичности.

Таким образом, потенциал того или иного генотипа проявляется в зависимости от конкретных условий года. Можно сделать вывод о том, что родительские линии 5Б и 48/20 являются экологически стабильными, а формы 166/5, 98/5 и 19/84 – экологически пластичными. Гибриды  $F_1$  материнской формой которых являются линии 166/5, 98/5, 19/84 и 48/20, имели отрицательную реакцию на среду, а гибриды  $F_1$ , у которых материнской формой была линия 5Б, – положительную реакцию и имели большую массу семени. Наибольшей селекционной ценностью генотипа при этом обладали гибриды  $F_1$ , материнскими формами которых являлись линии

5Б, 166/5 и 19/84, причём линия 5Б характеризовалась как экологически стабильная, а линии 166/5 и 19/84 - как экологически пластичные (табл.5).

Таблица 5 - Влияние материнской линии на массу семени ( $u+vi$ ), реакцию на среду ( $vi$ ) и селекционную ценность генотипа ( $СЦГi$ ), 2005-2009 годы

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

Выделены 4 гибрида  $F_1$  кабачка с положительным гетерозисом (ПГ) и положительным доминированием (ПД). Они представляют наибольшую ценность для селекции. В то же время выявлено 14 гибридов  $F_1$  с отрицательным гетерозисом (ОГ) и отрицательным доминированием (ОД) (табл. 6).

Таблица 6 - Зависимость между массой семени, продуктивностью и адаптивной способностью у разных по типу наследования гибридов  $F_1$  кабачка, 2005-2009 годы

Число гибридов, штук	hp*	Корреляция масса семени ( $u+vi$ ) ×					
		реакция на среду	пластичность	стабильность	линейность реакции	селекционная ценность	коэффициент компенсации
14	ОГ,ОД	1,00	-0,67	-0,72	-0,61	0,99	0,72
<b>4</b>	<b>ПГ,ПД</b>	<b>0,99</b>	<b>0,17</b>	<b>0,14</b>	<b>-0,29</b>	<b>0,17</b>	<b>-0,14</b>

\* степень доминирования признака: ОГ – отрицательный гетерозис, ОД – отрицательное доминирование; ПГ – положительный гетерозис, ПД – положительное доминирование.

Анализ показателей адаптивной способности и стабильности у гибридов, формирующих группы по степени доминантности, показывает возможность выявления потенциально продуктивных гибридов  $F_1$  по массе семени (табл. 7).

Селекционная ценность гибридов  $F_1$  при оценке по массе семени увеличивается с уменьшением их массы у гибридов  $F_1$  с ОГ и ОД.

Таблица 7 - Изменение адаптивной способности и стабильности у гибридов F<sub>1</sub> кабачка, различающихся по массе семени, 2005-2009 годы

гр	Группа, мг	Число штук	Размер	Реакция на среду	Пластичн.	Стабильн.	Линейность реакции	Селекц. ценность	Коеф. компенсации
ОГ, ОД	60-80	6	72,3	-30,4	18,2	200,5	0,2	33,0	-17,0
	80-100	8	89,1	-13,7	27,0	355,0	0,2	37,9	-30,1
ПН	95-100	2	97,7	-5,0	46,7	638,0	0,2	26,85	-54
ПГ, ПД	100-120	2	112,5	9,8	62,3	105,3	0,5	79,3	-8,9
	140-160	2	146,9	44,2	13,3	86,2	0,2	116,7	-7,3

Гибриды F<sub>1</sub> с положительным гетерозисом (ПГ) и положительным доминированием (ПД), характеризуются положительной реакцией на среду.

#### Генетически детерминированные факторы морфометрических признаков семени кабачка

Анализ генетического контроля признака “масса семени” провели на примере семян 2005 года репродукции (табл. 8).

Таблица 8 - Анализ результатов диаллельных скрещиваний по критерию «масса семени», 2005 год репродукции

компоненты генетической вариации	SS	df	ms	F <sub>факт.</sub>	F <sub>табл.</sub>
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 ( $\chi^2_{\text{факт.}} = 3,3$ ) < ( $\chi^2_{01} = 7,78$ )

Установлено, что аддитивная и доминантная варианты значимы ( $F_{\text{факт.}} > F_{\text{табл.}}$ ). Это позволяет предположить, что изменение компонентов



генетической вариации массы семян можно описать аддитивно-доминантной моделью. При этом следует учитывать, что частота распределения аллелей, детерминирующих доминирование при гибридизации между родительскими формами, может быть асимметричной ( $(F(b2))_{\text{факт.}} > F(b2)_{\text{табл.}}$ ). На значение признака у гибридов  $F_1$  также значимое влияние оказывает материнский эффект каждой материнской формы ( $(F(c))_{\text{факт.}} > F(c)_{\text{табл.}}$ ). Не исключено влияние на значение признака “масса семени” взаимодействия между родительскими формами, которое обусловлено реципрокными эффектами ( $b_3, d$ ).

Средовые различия между повторностями незначительные ( $(F(\Pi))_{\text{факт.}} < F(\Pi)_{\text{табл.}}$ ), т.е. они не являются причинами изменчивости массы семени у гибридов в 2005 году.

Анализируя зависимость  $W_r/V_r$  (рис. 1).

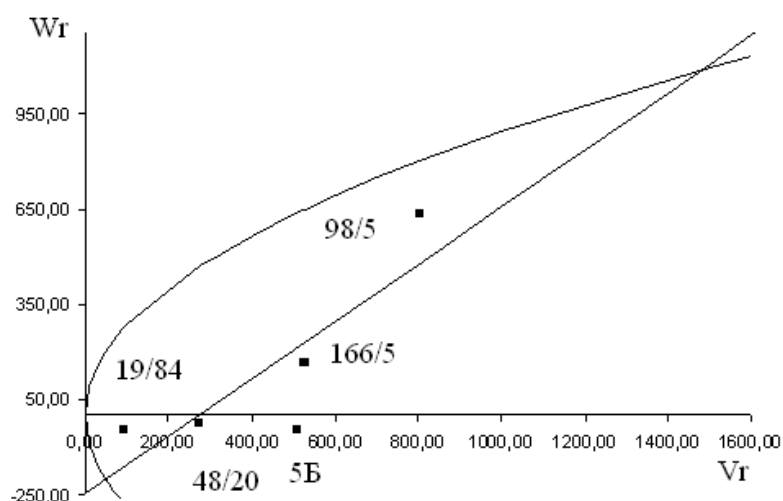


Рисунок 1. Регрессия  $W_r/V_r$  для признака «масса семени» кабачка, 2005 года репродукции

Можно отметить, что линия регрессии пересекает отрицательную часть оси  $W_r$ . Таким образом, наблюдается сверхдоминирование признака. Это указывает на то, что при наследовании признака массы семени у этих родительских форм преобладающую роль играют эффекты сверхдоминантного и доминантного действия генов. Родительская форма,

расположенная в начале регрессии 19/84, обладает относительно большим числом доминантных аллелей, определяющих массу семени, по сравнению с формой 98/5.

Коэффициент корреляции между средними значениями массы семян родительских форм и соответствующими значениями  $W_r+V_r$  составляет  $0,9\pm 0,3$ .

Таблица 9 - Генетические компоненты вариационного и ковариационного анализа «массы семени», 2005 год репродукции

$V_p$	795,9	F	865,0
$W_{рец}$	835,6	D	649,4
$V_{рец}$	1252,8	H1/D	2,5
$W_{дом}$	-149,4	H2/4H1	0,03
$V_{дом}$	110,5	h2/H2	4,1
все доминантные	-38,9	Наследуемость в широком смысле слова	0,82
все рецессивные	2088,4	Наследуемость в узком смысле слова	0,77

Высокое положительное значение коэффициента корреляции указывает на существование связи между массой семени у родительских форм и наличием у них рецессивных аллелей: т.е. родительские формы с более крупными семенами обладают наибольшим числом рецессивных аллелей.

Приблизительное соотношение доминантных и рецессивных аллелей у родительской формы – 19/84 равно 75 : 25 (в процентах); родительской формы 48/20 - 50 : 50; родительские формы 5Б, 166/5 – 25 : 75. Родительская форма 98/5 несет наибольшее число рецессивных аллелей, детерминирующих массу семени среди изучаемого набора родительских форм, на что указывают координаты этой формы на наиболее отдаленном участке линии регрессии.

Высокий коэффициент корреляции позволяет определить теоретические значения  $W_{дом}+V_{дом}$  и  $W_{рец}+V_{рец}$  (табл. 9) для родительских форм, несущих все доминантные и все рецессивные аллели. Таким образом, гипотетическая

родительская форма, включающая все доминантные аллели, имеющиеся у изучаемого набора форм, будет иметь  $W_{\text{дом}} + V_{\text{дом}} = -38,9$ , а все рецессивные аллели  $W_{\text{рец}} + V_{\text{рец}} = 2088,4$ .

Наиболее крупносемянная форма 98/5 имеет  $W_{\text{рец}} + V_{\text{рец}} = 1439,0$ , следовательно, не обладает всеми рецессивными аллелями. Таким образом, в расщепляющихся поколениях будут проявляться генотипы более крупносемянные, чем форма 98/5.

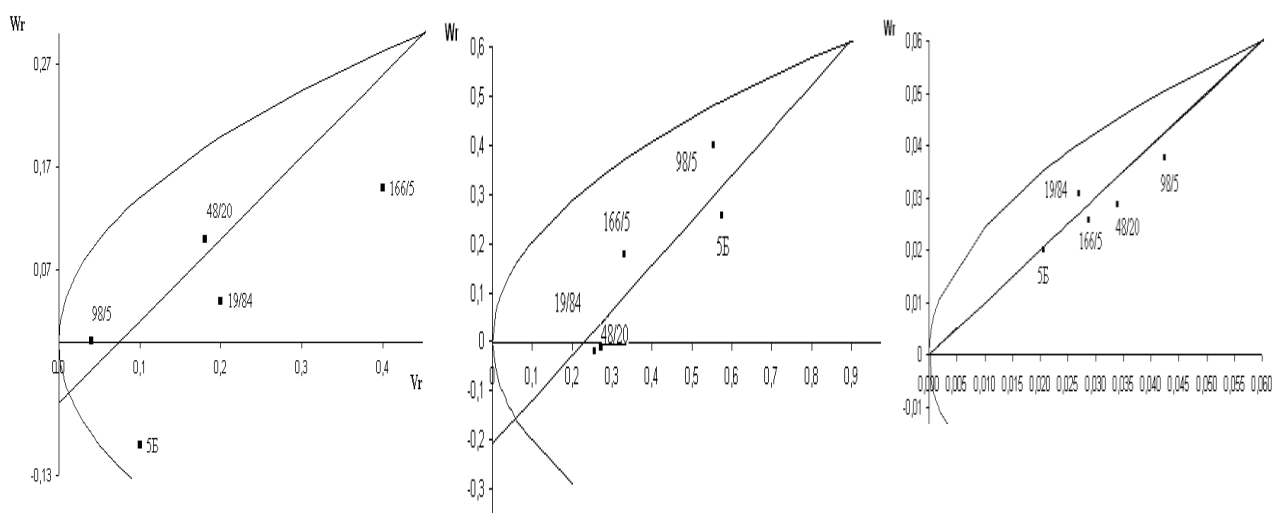
Наиболее мелкосемянная форма 19/84 имеет  $W_{\text{дом}} + V_{\text{дом}} = 49,3$ . Различие по сравнению с гипотетической формой присутствует, это означает, что форма 19/84 обладает не всеми доминантными аллелями среди изученных форм. В расщепляющихся поколениях есть вероятность выявления более мелкосемянных генотипов, чем форма 19/84.

Отношение  $h^2/H_2$  равно 4,1, что указывает на то, что по крайней мере 4 блока генов при детерминации массы семени проявляют доминирование. Наследуемость в широком (0,82) и узком (0,77) смысле имеет высокое значение, т.е. **генотипическая изменчивость массы семени обусловлена аддитивными эффектами генов. Экспрессивность генетических эффектов высока, и оценки материала по фенотипу признака «масса семени» будут эффективными.**

Таким образом, наследование массы семени у кабачка определяется рецессивными генами. Исходя из результатов ковариационного анализа, можно предположить, что, по крайней мере, 4 блока генов детерминирует массу семени.

Генетический анализ линейных признаков семени показал довольно сложную картину их генетического контроля (рис. 2) .

Главным типом внутрилокусных взаимодействий, контролирующих ширину и длину семени, является сверхдоминирование ( $\sqrt{H1/D} > 1$ , линия регрессия пересекает ось  $Wt$  с отрицательной стороны). Ведущим в контроле толщины семени является межлокусное аддитивное действие генов при частичном доминировании внутри локусов ( $\sqrt{H1/D} = 0,44$ ).



ширина

длина

толщина

$$r_{X \text{ и } W_{r+V_r}} = -0,78 (+/-) 0,36$$

$$r_{X \text{ и } W_{r+V_r}} = 0,91 (+/-) 0,23$$

$$r_{X \text{ и } W_{r+V_r}} = -0,60 (+/-) 0,46$$

$$\sqrt{H/D_1} = 2,76$$

$$\sqrt{H/D_1} = 1,90$$

$$\sqrt{H/D_1} = 0,44$$

$$H_2/4H_1 = 0,17$$

$$H_2/4H_1 = 0,05$$

$$H_2/4H_1 = 0,80$$

$$F = 0,14$$

$$F = 0,03$$

$$F = -0,02$$

Рисунок 2. График регрессии  $W_r/V_r$  для линейных признаков семени кабачка, 2005 год репродукции

Смена мест форм вдоль линии регрессии по линейным параметрам семени указывает на влияние различных генетических систем на формирование этих признаков. Наиболее стабильна в этом отношении форма 19/84, которая по изучаемым линейным параметрам находится постоянно в доминантной зоне. Коэффициент корреляции между шириной и толщиной семени и соответствующими значениями  $W_r+V_r$ , хотя и положителен, но не достоверен. Это позволяет заключить, что увеличивать или уменьшать эти признаки могут как рецессивные, так и доминантные гены. Высокое положительное значение коэффициента корреляции между длиной семени и соответствующими значениями  $W_r+V_r$  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 неодинаково, 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  $F = -0,02$ .

Коэффициент регрессии  $W_T/V_T$  для признака «ширина семени» достоверно отличается от единицы, что указывает на наличие эффектов неаллельного взаимодействия генов и зависимого распределения генов у родительских форм. Различия по общей и специфической комбинационной способности высокодостоверны ( $F_T > F_{01}$ ). По оценкам ОКС, родительские формы разделились на 2 группы: с высокой и низкой комбинационной способностью. Высокую ОКС имеют формы: 166/5 ( $g = 0,1$ ), 19/84 ( $g = 0,2$ ), 5Б ( $g = 0,1$ ); низкую ОКС – 48/20 ( $g = -0,2$ ), 98/5 ( $g = -0,2$ ). Преобладающую роль при наследовании признака «ширина семени» играют гены с доминантными и возможно эпистатическими эффектами ( $\sigma_s^2 > \sigma_g^2$ ). Относительно высокое значение  $\sigma_s^2$  у 19/84 ( $\sigma_s^2 = 91,8$ ) и 5Б ( $\sigma_s^2 = 92,9$ ) показывает, что указанные формы образуют гибридные комбинации, которые относительно шире или уже, чем ожидалось на основе средней ценности родительских форм. **Коэффициент наследуемости, в широком смысле (0,69), отличается от коэффициента наследуемости в узком смысле (0,32), поэтому можно предположить, что экспрессивность генетических эффектов невысока, и оценки материала по фенотипу не будут эффективными.** Установлено что, по крайней мере 2 блока генов детерминируют ширину семени.

Изменение компонентов генетической вариации длины семени можно описать аддитивно-доминантной моделью ( $r_{W_T/V_T} = 0,92 (+/-)0,19$ ). Образцы 19/84, 48/20 обладают относительно большим числом доминантных аллелей, определяющих длину семени, по сравнению с остальными образцами. У образцов 166/5 и 5Б соотношение доминантных и рецессивных аллелей

примерно одинаково, с преобладанием в первом случае доминантных аллелей, во втором случае рецессивных.

Образец 98/5 несет наибольшее число рецессивных аллелей, детерминирующих длину семени, среди изучаемого набора родительских форм. Коэффициент корреляции между средними значениями длины семени и соответствующими значениями  $W_r+V_r$  достоверен. Отношение  $h^2/H_2$  для длины семени равно 1,39, следовательно, по крайней мере, один блок генов детерминирует длину семени кабачка. **Наследуемость в широком (0,81) и узком (0,73) смысле имеет высокое значение. Экспрессивность генетических эффектов высока, и оценки материала по фенотипу будут эффективными.**

### **Влияние метеорологических условий на морфометрические признаки семян кабачка**

Варьирование морфометрических признаков семян отражает уровень фенотипической пластичности изучаемых форм кабачка, формирующейся в конкретных условиях произрастания. Используя метод Уорда, провели кластеризацию изучаемых линий кабачка по комплексу морфометрических показателей семян, полученным в различающихся климатических условиях, что позволило выделить 3 группы(кластера): в первый вошли 2 формы, во второй-1, в третий-2 (рис. 3)

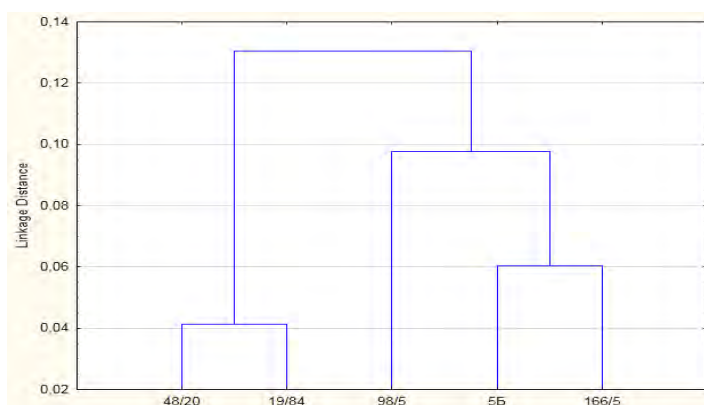


Рисунок 3. Кластеризация линий кабачка по комплексу морфометрических признаков семян, 2005-2012годы

Линии (5Б, 166/5), первого кластера являются крупносемянными, линия

второго кластера (98/5) – среднекрупносемянными и линии третьего кластера (19/84 и 48/20) - мелкосемянными (табл. 10).

Таблица 10 - Морфометрические показатели семян линий кабачка  
(средние значения признаков за 2005-2012годы)

Формы	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±0,2	8,4	9,1±0,4	9,5	2,2±0,2	16,7	100,0±8,9	27,5
166/5	15,0±0,2	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±0,2	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±0,2	10,9	8,1±0,3	11,8	2,3±0,1	17,3	85,0±7,4	29,8
48/20	13,6±0,2	5,2	7,6±0,1	6,0	2,2±0,01	8,0	76,0±1,8	17,6

Отмечено, что изменчивость линейных признаков у всех генотипов и во все годы исследований была ниже по сравнению с признаком масса семян. Значение каждого морфометрического признака у линий соответствовала выявленным кластерам.

Средняя длина, ширина, толщина и масса семян линий в первом кластере имели следующие значения 17,7 мм-8,8мм-2,3мм-103,1мг; размеры семян линии второго кластера были соответственно:13,8мм-8,3мм-2,4мм-103,4мг и линии третьего кластера: 13,4мм-7,8мм-2,2мм-80,5мг.

Варьирование морфометрических признаков семян (коэффициента вариации) в зависимости от изменения гидротермического режима периода вегетации кабачка имеет нелинейный характер и обусловлено взаимодействием «генотип-среда» (рис. 4).

Крупносемянная линия отличается наибольшей вариабельностью всех признаков, причём «масса» и «ширина» семени варьируют сходным образом (рис. 4. а,б). Наибольший коэффициент вариации этих признаков отмечен в условиях средней влагообеспеченности. Признаки «длина» и «толщина»

семени у крупносемянной линии наиболее переменны в засушливых условиях, при высоком увлажнении они проявляют минимальную вариацию.

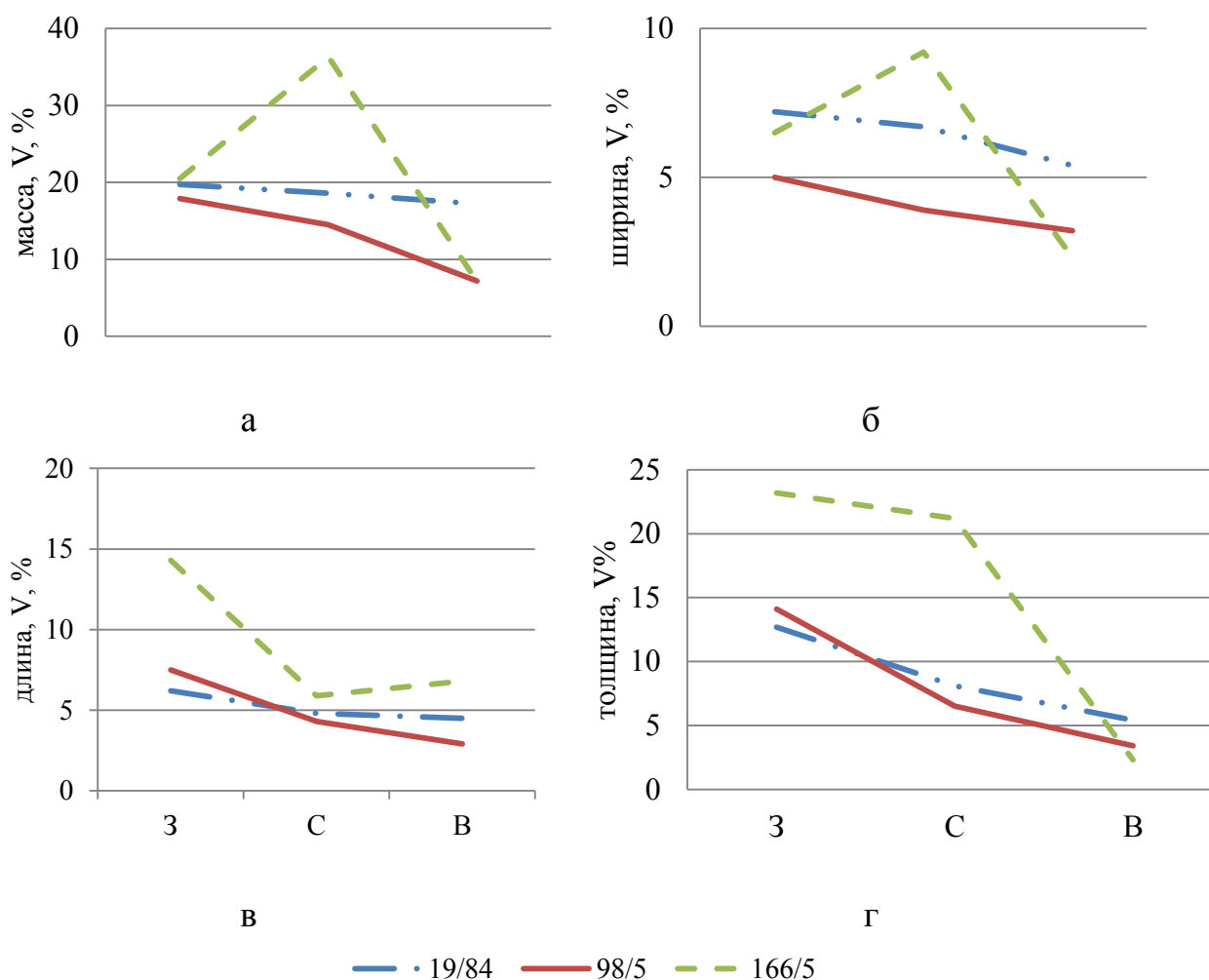


Рис. 4. Изменчивость морфометрических признаков семени кабачка в зависимости от гидротермических условий в период репродукции (2005-2012 годы): В – высокая, С – средняя, Н – низкая влагообеспеченность.

У мелко- (19/84) и среднесемянных (98/5) линий наибольшее значение вариации всех признаков отмечено в условиях засухи, а наименьшее - при высокой влагообеспеченности. Причём сходным образом варьируют «длина» и «толщина» семени (рис. 4. в,г).

#### Эффективность применения препарата мицефит в семеноводстве кабачка

Гетерозисные гибриды сельскохозяйственных растений являются огромным резервом увеличения количества и качества растительной продукции.



Для обработки материнских линий кабачка был использован препарат мицефит в соответствии со схемой эксперимента. Результаты исследований свидетельствуют: совместная обработка препаратами мицефит и этрел растений материнской линии 166/5 увеличивает число семенных плодов на 11,8% (табл. 11).

Таблица 11 - Характеристика семенных плодов и урожайность семян гибрида F<sub>1</sub> (166/5×98/5)\* кабачка при совместном применении этрела и препарата мицефит, мг/л (среднее 2010-2012 гг.)

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

Примечание: \* гибрид F<sub>1</sub> (166/5×98/5) - аналог коммерческого гибрида кабачка F<sub>1</sub> Ленуца.

В зависимости от концентрации рабочего раствора препарата масса семенного плода увеличилась на 28 (при 10 мг/л) - 23 (при 100 мг/л) %, осеменённость плода соответственно на 7,5-10,3%.

Изменчивость морфометрических признаков масса и ширина семени зависела от концентрации рабочего раствора препарата «мицефит» (табл. 12).

При концентрации раствора 10 мг/л изменчивость сохранялась на уровне эталона, а при увеличении концентрации до 100 мг/л она увеличивалась. Необходимо отметить, что при незначительной вариабельности исследуемых показателей, такой ключевой для семеноводства показатель, как «масса 1000 семян» значительно возрастает при обработке баковой смесью этрела (300 мг/л) и мицефита (10мг/л). При этом энергия прорастания и всхожесть семян остаются на уровне эталона (обработка этрелом – 300 мг/л).

Таблица 12 - Изменчивость морфометрических признаков и посевных качеств семян F<sub>1</sub> (166/5×98/5) кабачка при совместном применении препаратов этрел и мицефит (среднее 2010-2012 годы)

Показатель	Варианты опыта		
	Этрел (Эталон)	Этрел + мицефит (10 мг/л)	Этрел + мицефит (100 мг/л)
Коэффициент вариации массы семени, %	16,3	15,9	20,3
Коэффициент вариации ширины семени, %	6,1	5,9	6,5
<b>Масса 1000 семян, г</b>	<b>95,6±2,4</b>	<b>102,5±3,1</b>	94,3±3,0
Энергия прорастания, %	88	90	90
Лабораторная всхожесть, %	97	99	98

Таким образом, по совокупности показателей, представленных в таблицах 13-14, выделяется вариант применения препарата мицефит (10 мг/л) в комплексе с препаратом этрел (300 мг/л).

Экономическую эффективность применения препарата мицефит рассчитали, исходя из прибавки урожая семян, стоимости прибавки и дополнительных затрат на сбор, выделение и доработку семян (табл. 13).

Таблица 13  
Экономическая эффективность применения препарата мицефит для производства семян F<sub>1</sub> (166/5×98/5)\* кабачка (среднее 2010-2012гг)\*\*

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 доработку семян	руб./га	-	21,8
Дополнительная прибыль	тыс.	-	81,3
Рентабельность	%	-	343,0

Примечания: \* - гибрид F<sub>1</sub> (166/5×98/5) - аналог коммерческого гибрида кабачка F<sub>1</sub> Ленуца;

\*\* - закупочная цена 1 кг семян-750 руб., стоимость 1 г препарата мицефит-1100 руб.

Дополнительная прибыль семеноводческого посева гибрида F<sub>1</sub> (166/5×98/5) кабачка составила 81,3 тыс. руб./га. Окупаемость каждого рубля, связанного с применением препарата мицефит для обработки материнской линии 166/5 кабачка, составила 3,43 руб., то есть использование препарата мицефит как элемента технологии выращивания гибридных семян кабачка экономически выгодно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено влияние погодных условий на морфометрические признаки семян разных генотипов кабачка: модификация происходит по мере убывания силы действия фактора превегетации в следующем порядке: масса семени 78,2% → длина семени 56,6% → толщина семени 43,7% → ширина семени 40,4%.

Изменчивость морфометрических признаков семян подчиняется закону нормального распределения. Взаимосвязь между линейными признаками и массой семени изменяется от высокой до слабой в зависимости от генотипа. Наиболее высокой является вариабельность показателя «масса семени»:  $V=19,6-30,8\%$ .

Наследование морфометрических признаков семян кабачка происходит автономно:

- наследование массы семени у кабачка определяется рецессивными генами
- наследование ширины и длины семени осуществляется по принципу сверхдоминирования
- наследование толщины семени происходит в результате межлокусного аддитивного действия генов при частичном доминировании внутри локусов.

В условиях изменения климата при репродуцировании семян кабачка происходит изменение уровня экспрессии генов, контролирующих целевые признаки (по В.А. Драгавцеву, 1989), и перераспределение позиций внутри коадаптированного блока генов (по А.А. Жученко, 2010):

- в условиях переувлажнения выявлено однонаправленное доминирование признака ширина семени.
- 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.

Применение препарата мицефит при гибридном семеноводстве семян кабачка является эффективным. Обработки материнской линии гибрида F<sub>1</sub> (166/5×98/5) кабачка баковой смесью «этрел-300мг/л + мицефит-10мг/л» в фазы 2-3 и 6-7 настоящих листьев оказали положительное воздействие на компоненты семенной продуктивности растений. В среднем за три года увеличились: масса 1000 семян на 10,1, осемененность плодов на 9,0%, количество семенных плодов на растении на 11,8%, семенная продуктивность на 33,0%.

Родительские линии 5Б и 48/20 являются экологически стабильными, а формы 166/5, 98/5 и 19/84 – экологически пластичными. Выделены 4 гибрида F<sub>1</sub> кабачка с положительным гетерозисом (ПГ) и положительным доминированием (ПД) по массе семени ( $u+v_i$ ): 166/5×19/84; 19/84×48/20; 5Б×166/5; 5Б×48/20.

Урожайность семян гибрида F<sub>1</sub> (166/5×98/5) кабачка при обработке материнской линии баковой смесью препаратов этрел и мицефит увеличилась в 1,37 раза по сравнению со стандартом при сохранении высоких посевных качеств.

Использование препарата мицефит как элемента технологии выращивания гибридных семян кабачка экономически выгодно. Рентабельность применения препарата мицефит для обработки материнской линии 166/5 кабачка составила 343 %.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. В связи с модифицирующим влиянием превегетационных факторов на морфометрические признаки семян при селекции кабачка обратить особое внимание и учитывать массу и ширину семени исходного материала.
2. При отборе гетерозисных гибридов на высокую семенную продуктивность – важно учитывать показатель «масса семян».
3. При получении гибридных семян особую ценность представляют экологически стабильные материнские формы 5Б и 48/20, которые сохраняют морфометрические характеристики гибридного семени вне зависимости от

погодных условий. Экологически пластичные материнские формы – 166/5, 98/5 и 19/84 расширяют биоразнообразие и дают возможность выделения новых интересных форм растений кабачка, в том числе и гетерозисных гибридов.

4. В качестве элемента технологии при производстве семян кабачка:

- использовать обработку материнских линий препаратом мицефит в концентрации 10 мг/л в фазы 2-3 и 6-7 настоящих листьев;

- использовать обработку материнской линии для получения гибридов F<sub>1</sub> баковой смесью препаратами «этрел 300мг/л + мицефит 10 мг/л» в фазы 2-3 и 6-7 настоящих листьев.

## Список опубликованных работ по теме диссертации

### Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Смурова, Нат.В. Эколого-генетический анализ морфометрических признаков семени *Cucurbita pepo* var. *giramontia* Duch. / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смурова // Теоретическая и прикладная экология. – 2017. - №2. - С. 42-46.
2. Смурова, Нат.В. Особенности поливариантности семян *Cucurbita pepo* L. var *giramontia* Duch. в условиях изменения климата в Приднестровье / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смурова, И.Т. Балашова //Овощи России. – 2020. - №1. - С.58-65.

### Статьи в прочих изданиях

3. Смурова, Нат.В. Особенности проявления гетероспермии у *Cucurbita pepo* L. var *giramontia* Duch. / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смурова, Над.В. Смурова //Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья: Материалы II Международной научно-практической конференции. - Тирасполь: ПГУ, 2005. - С.91-92.
4. Смурова, Нат.В. К вопросу о реализации генетического потенциала разновеликих семян кабачка / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смурова, Над.В. Смурова //Инновационные технологии в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур. Материалы конференции. – М.: ВНИИССОК, 2006. - Т.2. - С. 344-345.
5. Смурова, Нат.В. Изменчивость и наследование массы семени кабачка / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смурова // Материалы II Международной научной конференции молодых ученых и студентов «Медико-биологические и социальные проблемы современного человека». - Тирасполь, 2008. - С. 120-124.
6. Смурова, Нат.В. Наследование некоторых морфометрических признаков семени кабачка / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смурова // Вестник Приднестровского университета. - Тирасполь: ПГУ, 2009. - № 2. - С.110-113.

7. Смулова, Нат.В. Особенности наследования некоторых морфометрических признаков растений кабачка // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. III МНПК. - Тирасполь: ПГУ, 2009. - С. 184-185.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. Смулова, Нат.В. Генотипические особенности флуктуации массы семени *Cucurbita pepo* var. *giramontia* Duch. в зависимости от условий



- репродукции / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смурова //Вестник Приднестровского университета. Серия: Медико-биологические и химические науки. - Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та., 2013. - №2 (44). - С.88-93.
14. Смурова, Нат.В. Флуктуация массы семени *Cucurbita pepo* var. *gigamontia* Duch. в зависимости от генотипа и погодных условий года репродукции / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смурова //Факторы экспериментальной эволюции организмов. Сборник МПК. - Киев: ЛОГОС, 2013. - Том 13. - С.266-270.
15. Смурова, Нат.В. Зависимость морфометрических признаков семени от условий превегетации / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смурова //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.
16. Смурова, Нат.В. Зависимость изменчивости морфометрических признаков семени от генотипа и условий превегетации / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смурова, Над.В. Смурова //Селекция и семеноводство овощных культур: сборник научных трудов. - М.: Изд-во ВНИИССОК, 2014. - С.556-561.
17. Смурова, Нат.В. Виталитетный подход к оценке качества семян культиваров / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смурова // 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.
18. Смурова, Нат.В. Анализ изменчивости морфометрических признаков семян кабачка. Многомерный статистический анализ / В.Ф. Хлебников, Нат.В. Смурова, Над.В. Смурова // Современное состояние и перспективы инновационного развития сельского хозяйства: Материалы МНПК, посвященной 85-летию со дня основания НИИСХ 16-17 нояб. 2015г. - Тирасполь: Eco-Tiras, 2015. - С. 181-185.

19. 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. - Пушино, 2016. - С.178-181.
20. 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.
21. 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.
22. 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.
23. 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.