

Оригинальные статьи / Original articles

https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-22-28
УДК 631.531:635.621.3:581.1.045 (478)

Хлебников В.Ф.¹,
Смурова Н.В.¹,
Балашова И.Т.²

¹ Приднестровский

Государственный Университет им. Т.Г. Шевченко
MD-3300, г. Тирасполь, ул. 25 Октября, 128,
Приднестровская Молдавская Республика
E-mail: natawa.smurowa@yandex.ru

² Федеральное государственное

бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр овощеводства»
(ФГБНУ ФНЦО)
143072, Россия, Московская область, Одинцовский
район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14
E-mail: balashova56@mail.ru

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Хлебников В.Ф., Смурова
Н.В., Балашова И.Т. Особенности размерной
поливариантности семян *Cucurbita pepo* var.
giramontia Duch. в условиях изменения климата в
Приднестровье. *Овощи России*. 2020;(1):22-28.
https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-22-28

Поступила в редакцию: 14.01.2020

Принята к печати: 27.01.2020

Опубликована: 25.02.2020

Valerii F. Khlebnikov¹,
Natalia V. Smurova¹,
Irina T. Balashova²

¹ Pridnestrovian State University

128, st. 25 of October, Tiraspol,
Pridnestrovian Moldavian Republic, MD-3300
E-mail: natawa.smurowa@yandex.ru

² Federal State Budgetary Scientific Institution

Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC)
14, Seleccionnaya str., VNISSOK, Odintsovo dis-
trict, Moscow region, Russia, 143072
E-mail: balashova56@mail.ru

Conflict of interest: The authors declare
no conflict of interest.

For citation: Khlebnikov V.F., Smurova N.V.,
Balashova I.T. Specificities of measured polyvari-
ance the seeds of *Cucurbita pepo* var. *giramontia*
Duch. under climate changes in Pridnestrovie.
Vegetable crops of Russia. 2020;(1):22-28. (In
Russ.) https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-
1-22-28

Received: 14.01.2020

Accepted for publication: 27.01.2020

Accepted: 25.02.2020

Особенности размерной поливариантности семян *Cucurbita pepo* var. *giramontia* Duch. в условиях изменения климата в Приднестровье



РЕЗЮМЕ

Актуальность: В промышленных технологиях возделывания овощных культур, в том числе кабачка овощного, большое внимание уделяется выравниванию семян по морфометрическим признакам как условию, позволяющему перейти на прецизионные технологии. Размерная поливариантность семян является атрибутом, границы которого определяются комплексом экологических факторов.

Цель исследований – определить особенности размерной поливариантности семян *Cucurbita pepo* var. *giramontia* Duch. в условиях изменения климата в Приднестровье.

Материалы и методы. Исследования проводили на экспериментальном участке Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко (г. Тирасполь) в 2005-2012 годах. Объект исследований – 5 линий (166/5; 19/84; 98/5; 5Б; 48/20) кабачка овощного. Морфометрические признаки семян учитывали в лабораторных условиях в выборке объемом 100 шт. Взвешивали каждое семя на торсионных весах ВТ-500 с точностью до 0,001 г и измеряли каждое семя в отдельности, определяя длину (l), ширину (w) и толщину (t) с использованием микроскопа МБС-10 с точностью до 0,1 мм. Растения кабачка обрабатывали водными растворами препарата Мицефит в концентрации 10 и 100 мг/л в фазу 2-3 настоящих листьев и 6-7 листьев, контроль – обработка водой. Метеорологические условия (температура, сумма осадков) года репродукции семян кабачка характеризовали по данным Тираспольской агрометеорологической станции. Гидротермический режим периода вегетации растений кабачка определяли по гидротермическому коэффициенту (ГТК) Селянинова.

Результаты. Характер изменений температуры воздуха и осадков в течение 7 лет (2005-2012 годы) показал возросшую аномальность погодных условий в Приднестровье. Характер распределения декадных суммарных осадков и температура крайне неравномерное увлажнение: коэффициенты вариации ГТК составляли 29,2-61,3%. Периоды со стрессовыми условиями для растений проявлялись на протяжении всего времени наблюдения. Это обусловило размерную поливариантность семян кабачка овощного. Варьирование морфометрических признаков семян (коэффициента вариации) в результате изменения гидротермического режима периода вегетации кабачка имеет нелинейный характер и обусловлено взаимодействием генотип-среда. Применение препарата Мицефит оказало значительное влияние на выраженность морфометрических признаков семян кабачка овощного. Взаимодействие генотип-среда нашло выражение в следующем порядке распределения вариабельности морфометрических признаков семян кабачка: масса (78,2%) → длина (56,6%) → толщина (43,7%) → ширина (40,4%).

Ключевые слова: кабачок овощной, линии, семена, морфометрические признаки, размерная поливариантность, метеорологические факторы, гидротермический коэффициент, препарат Мицефит.

Specificities of measured polyvariance the seeds of *Cucurbita pepo* var. *giramontia* Duch. under climate changes in Pridnestrovie

ABSTRACT

Actuality. Industrial technologies of vegetable crops cultivation, including squash cultivation, a lot of attention is paid to the uniformity of seeds by morphometric traits as a condition allowing to use the precision technologies.

The goal of the study is to determine specificities of measured polyvariance the seeds of *Cucurbita pepo* var. *giramontia* Duch. under changes of climate conditions in Transnistria.

Materials and methods. The studies were carried out at the experimental plot of Pridnestrovian State University (Tiraspol) in 2005-2012. Objects of studies – 5 lines (166/5; 19/84; 98/5; 5B; 48/20) of squash. Morphometric traits of seeds: mass, width, length, thickness were evaluated in the sample of 100 seeds. Mass of the seed was evaluated with help of torsion scales with exactness to 0,001 g. Width, length, thickness were measured with microscope MBS-10 with exactness to 0,1 mm. squash plants were treated with water solutions of the preparation Micefit in concentrations 10 and 100 mg/l in the phase of "2-3 true leaves" and "6-7 true leaves", standard is water treatment.

Meteorological conditions (temperature, amount of precipitation) the year of seed reproduction were characterized by the data of Tiraspol Agrometeorological Station. Hydrothermal regime the growing of squash plants was characterized by the hydrothermal coefficient (CHT) of Selyaninov.

Results. The nature of changes in temperature and precipitation over 7 years (2005-2012 periods) were reflected increased anomaly of weather conditions in Transnistrian region. First of all, it concerns the quantity and the intensity of precipitation during the formation and maturation of squash seeds. Distribution decades of total precipitation and temperatures caused extremely uneven hydration: CHT variation ratio was 29.2-61.3%. Almost all periods of study were stressful for plants and led to the dimensional polyvariance of squash seeds. The variation of morphometric traits (coefficient of variation) is depended on changes in the hydrothermal regime of the growing season. It has a non-linear character and was genotypically caused. Applying the preparation Micefit had a significant effect on the manifestation of traits of squash seeds and its interaction with meteorological factors determined their modifying ability in the following order: mass (78,2%) → length (56,6%) → thickness (43,7%) → width (40,4%).

Keywords squash, lines, seeds, morphometric traits, measured polyvariance, meteorological factors, hydrothermal coefficient, preparation Micefit.

Введение

В промышленных технологиях возделывания овощных культур, в том числе кабачка овощного, большое внимание уделяется качеству семян не только как носителю биологических свойств, но и как фактору, позволяющему перейти на прецизионные технологии. Возможность такого перехода обуславливает использование качественных семян, позволяющих точный высев, исключающий в дальнейшем нормирование густоты стояния растений и, в конечном счете, обеспечивающий повышение качества и количества урожая (Бухаров, Балеев, Бухарова, 2013).

Важнейшими показателями качества семян является их масса и выравненность по морфометрическим признакам. Поэтому предпосевное сортирование (калибровка) семян является обязательным элементом современных аграрных технологий (Лудилов, 2005). В практике широко используют технологии сортирования с помощью решет по линейным морфометрическим признакам (Корн, 2008). Однако вследствие внутрисортовой фенотипической изменчивости и неоднозначности характера связи между морфометрическими и агрономическими свойствами семян вопрос об информативности их морфометрических признаков остается открытым (Макрушин, 1989).

Известно, что семена – это популяционная система, обладающая вариативностью программ развития и фенотипического разнообразия (явление поливариантности индивидуального развития). Выявлено семь надтипов поливариантности развития: структурная, динамическая, размножения, функциональная, онтогенетическая, физиологическая, биохимическая; и девять типов поливариантности (морфологическая, анатомическая, размерная, феноритмологическая, по темпам индивидуального развития на разных этапах онтогенеза, различные варианты сочетаний семенного, вегетативного размножения, физиологическая, биохимическая, разнообразие путей онтогенеза) (Жукова, Зубкова, 2016).

Поливариантность семян является необходимым условием адаптивной стратегии растительных видов в нативных фитоценозах, но в агроценозах ее проявление ограничивается уровнем применяемых технологий возделывания сельскохозяйственной культуры (Литвинов, Шатилов, Постолева, 2016). Известно, что поливариантность морфометрических признаков семян сельскохозяйственных растений определяется комплексом факторов: гидротермические и агротехнические условия года репродукции (превегетационные факторы), генотипические факторы и характер взаимодействия «генотип-среда» (Строна, 1966).

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, Ильин, Мазиров, 2017). Формирование семян определяется балансом гормональных веществ, который нарушается при воздействии экстре-

мальных 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, Гончаров, Попехин, 2006; Азарян, Тадевосян, Трчунян, 2016). Влияние препарата Мицефит на морфометрические признаки семян кабачка изучено не достаточно.

Цель исследований – определить особенности размерной поливариантности семян *Cucurbita pepo* var. *giramontia* Duch. в условиях изменения климата в Приднестровье.

В соответствии с целью исследований были поставлены следующие задачи:

- охарактеризовать метеорологические условия в период формирования и созревания семян кабачка овощного;
- определить влияние метеорологических факторов на проявление размерной поливариантности семян у разных форм (линий) кабачка овощного;
- установить степень влияния комплекса экологических факторов и регулятора роста на изменчивость морфометрических признаков семян кабачка овощного.

Материал и методы исследований

Исследования проводили на экспериментальном участке в Ботаническом саду Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко (ПГУ, г. Тирасполь) в 2005-2012 годах. Объектом исследований являлся кабачок (*Cucurbita pepo* var. *giramontia* Duch.), материалом исследований служили 5 линий (166/5; 19/84; 98/5; 5Б; 48/20) кабачка овощного, полученных в НИЛ «Биоинформатика», различающихся по величине семян, но близких по типу спелости (табл. 1).

Семена получали при искусственном опылении в 3-й декаде июня. В фазе окрашенного бутона накануне скрещивания изолировали ватой мужские и женские цветки. Опыление проводили с 6 до 9 часов. Уборку семенных плодов проводили в 1-2-й декаде августа.

Морфометрические признаки семян учитывали в лабораторных условиях в выборке объемом 100 штук. Взвешивали каждое семя на торсионных весах ВТ-500 с точностью до 0,001 г и измеряли каждое семя в отдельности, определяя длину (l), ширину (w) и толщину (t) с использованием микроскопа МБС-10 с точностью до 0,1 мм.

Для изучения влияния препарата Мицефит на морфометрические признаки семян растения кабачка обрабатывали водными растворами препарата в концентрации 10 и 100 мг/л в фазу 2-3 настоящих листьев и 6-7 листьев (Тараканов, Гончаров, 2006), контроль – обработка водой.

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

Таблица 1. Характеристика изучаемых линий кабачка овощного
Table 1. Characteristics studied lines of squash

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

Почвенно-климатические условия. Исследования проводили на экспериментальном поле НИЛ «Биоинформатика», расположенном в пойме р. Днестр. Участок отделен от реки насыпной дамбой и представляет собой ровную поверхность. Почва участка – чернозем обыкновенный, среднетяжелый, тяжелосуглинистый, вскипающий с глубины 40-60 см. Содержание усвояемых питательных веществ невысокое: нитраты – 71,2 мг, фосфаты – 5,5 мг и подвижный калий – 133 мг на 1 кг почвы. По содержанию гумуса в слое 70 см (208 т/га) данная почва относится к плодородным разновидностям черноземов, обладающим при благоприятном водном режиме значительными возможностями для снабжения растений необходимыми питательными веществами.

Метеорологические условия (температура, сумма осадков) года репродукции семян кабачка характеризовали по данным Тираспольской агрометеорологической станции. Гидротермический режим периода вегетации растений кабачка характеризовали по гидротермическому коэффициенту (ГТК) Селянинова (Сапожникова, 1958).

$$ГТК = \frac{\sum p}{0,1 \sum T_{10}}$$

где p – осадки, а T_{10} – температура выше 10° С.

Результаты

Климат Приднестровья умеренно континентальный, для него характерно продолжительное жаркое лето и небольшое количество осадков.

Метеорологические условия в период вегетации кабачка в годы проведения исследований значительно различались (табл.2).

Это, в первую очередь, касалось количества выпавших осадков в период формирования и созревания семян кабачка. Периоды жесткой засухи чередовались с чрезмерным выпадением осадков. Коэффициенты вариации суммы

осадков за период наблюдений составили 21,6-53,6%. Отмечено, что когда средняя сумма осадков за декаду (3.VI; 3.VII и 1.VIII) превышала уровень средней многолетней, то имело место значительное колебание суммы осадков по годам. В тех случаях, когда средняя сумма осадков за декаду (1.VII и 2.V) была меньше или на уровне средней многолетней, наоборот, варьирование этого показателя было минимальным.

Показатели среднедекадных температур более стабильны, коэффициенты их вариации составляли 7,0-12,3%. Отмечено существенное повышение среднедекадных температур в период формирования и созревания семян (третья декада июня – первая декада августа) на 0,9-2,0°С.

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

Особенно неблагоприятно на формировании 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.

Кластеризация по среднедекадным значениям ГТК (рис.1) позволила систематизировать периоды формирования и созревания семян кабачка овощного по влагообеспеченности (табл.3).

Таблица 2. Метеорологические показатели в период формирования и созревания семян кабачка, г. Тирасполь, Приднестровье
Table 2. Meteorological traits during period of forming and ripening squash seeds, Tiraspol, Transnistria

Год	3.VI	1.VII	2.VII	3.VII	1.VIII	Среднее
Температура воздуха, °С						
2005	19,5	21,1	22,2	24,6	23,6	22,2
2006	24,1	21,6	21,1	23,5	23,7	22,8
2008	22,9	21,7	22,1	22,3	22,1	22,2
2009	24,5	24,5	24,6	23,8	22,7	24,0
2010	19,2	21,1	24,6	23,8	26,0	22,9
2011	18,6	20,6	25,6	23,1	21,1	21,8
2012	24,5	27,0	24,6	27,8	21,9	25,2
Среднее	21,9	22,5	23,5	24,1	23,0	23,0
Среднемноголетнее	21,0	21,4	22,0	22,1	22,1	21,7
Коэффициент вариации, %	12,3	10,5	7,2	7,3	7,0	5,2
Осадки, мм						
2005	4,8	3,2	1,6	74,1	41,0	124,7
2006	38,0	9,3	26,2	6,2	27,9	107,6
2008	0,8	3,8	15,8	66,5	4,7	91,6
2009	20,7	13,3	11,5	0,0	58,5	104
2010	103,6	14,3	12,4	0,0	0,0	130,3
2011	95,4	7,8	28,3	21,3	0,6	153,4
2012	5,0	9,2	34,9	26,0	6,9	82
Среднее	38,3	8,7	18,7	27,7	19,9	113,3
Среднемноголетнее	27,0	22,0	18,0	19,0	13,0	99,0
Коэффициент вариации, %	37,5	48,8	53,6	37,4	34,0	21,6

Таблица 3. Гидротермический коэффициент в период формирования и созревания семян кабачка, г. Тирасполь, Приднестровье
 Table 3. Hydrothermal coefficient during period of forming and ripening squash seeds, Tiraspol, Transnistria

Год	ГТК					Среднее	Влагообеспеченность	
	3.VI	1.VII	2.VII	3.VII	1.VIII		ГТКобщ.	ГТКдек.
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		
Коэффициент вариации, %	35,2	48,9	61,3	40,0	34,6	29,2		

Засушливые и даже сильно засушливые условия имели место преимущественно в первой декаде июля (ГТК =0,2-0,4). Это явилось следствием уменьшения суммы осадков и увеличения температуры. В общем, стрессовые условия в разные этапы формирования и созревания семян кабачка наблюдали ежегодно, что явилось одной из причин их размерной поливариантности (невыровненности).

Варьирование морфометрических признаков семян отражает уровень фенотипической пластичности изучаемых форм кабачка овощного, 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.2).

Линии (5Б, 166/5) первого кластера являются крупносемянными, линия второго кластера (98/5) – среднерусносемянная и линии третьего кластера (19/84 и 48/20) – мелкосемянными (табл.4). 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 – 8,8

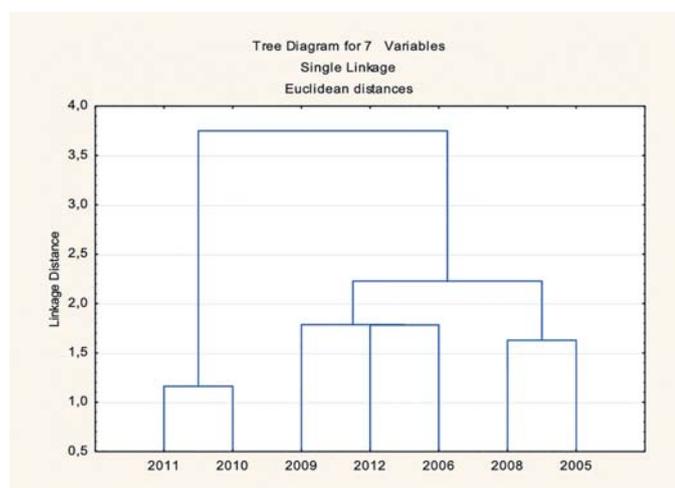


Рис. 1. Кластерный анализ периодов формирования и созревания семян по среднедекадным ГТК
 Fig. 1 Cluster analysis of periods of forming and ripening squash seeds by middle HTC

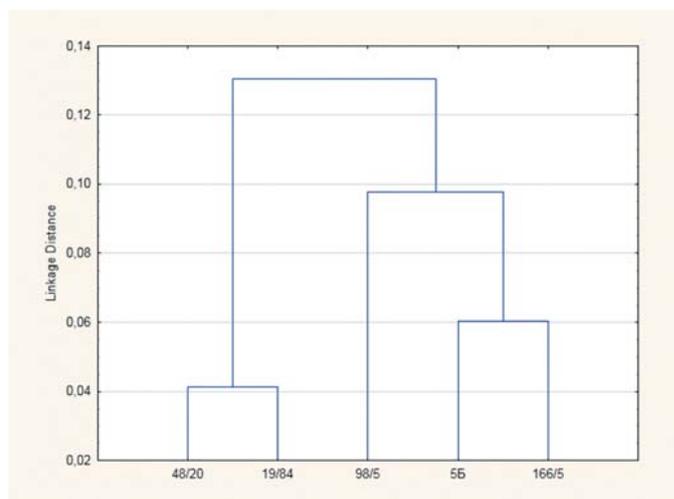


Рис. 2. Кластерный анализ линий кабачка по комплексу морфометрических признаков семян. 2005-2012 годы
 Fig 2. Cluster analysis of squash lines by morphometric traits of seeds. 2005-2012

мм - 2,3 мм - 103,1 мг; размеры семян линии второго кластера были соответственно: 13,8 - 8,3 - 2,4 - 103,4 и линий третьего кластера: 13,4 - 7,8 - 2,2 - 80,5.

Различие между кластерами по морфометрическим признакам анализировали методом однофакторного дисперсионного анализа (табл.5).

Достоверные межкластерные различия обнаружены по трем признакам из четырех: «масса семени», «длина семени», «ширина семени». Доля межкластерной изменчивости для этих признаков составляет соответственно 29,7 – 34,9 – 25,9%, что подтверждает влияние фактора «кластер» на разделение форм по выявленным морфометрическим признакам семян.

Варьирование морфометрических признаков семян является генотипспецифичным, но и в то же время зависит от гидротермических условий года репродукции. Значения коэффициента вариации морфометрических признаков семян селекционных форм изменяется в пределах: «длина» – 3,4-6,8; «ширина» – 3,3-6,6; «толщина» – 5-21,2 и «масса» – 11,9-36,3% (рис.3).

Варьирование морфометрических признаков семян (коэффициента вариации) в зависимости от изменения гидротермического режима периода вегетации кабачка имеет нелинейный характер и обусловлено взаимодействием «генотип-среда» (рис. 3). Крупносемянная линия отлича-

Таблица 4. Морфометрические показатели семян линий кабачка овощного (средние значения признаков за 2005-2012 годы). ПГУ, Приднестровье

Table 4. Morphometric traits seeds of squash lines (middle means, 2005-2012). Pridnestrovian State University, Transnistria

Формы	Длина (l), мм		Ширина (w), мм		Толщина (t), мм		Масса (m), мг	
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	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±0,01	8,0	76,0±1,8	17,6

Таблица 5. Результаты межкластерного дисперсионного анализа морфометрических признаков семян кабачка овощного (2005-2012годы). ПГУ, Приднестровье

Table 5. Results of cluster dispersion analysis morphometric traits of squash seeds (2005-2012). Pridnestrovian State University, Transnistria

Изменчивость	df	SS	MS	F	Доля влияния, %
Масса семени, мг					
Межкластерная	2	3669,0	1834,0	4,0	29,7
Остаточная	27	12339,1	457,0		70,3
Длина семени, мм					
Межкластерная	2	10,97	5,5	4,7	34,9
Остаточная	27	31,41	1,2		65,1
Ширина семени, мм					
Межкластерная	2	3,4	1,7	3,5	25,9
Остаточная	27	13,2	0,5		74,1
Толщина семени, мм					
Межкластерная	2	0,1	0,1	1,2	8,7
Остаточная	27	1,5	0,1		91,3

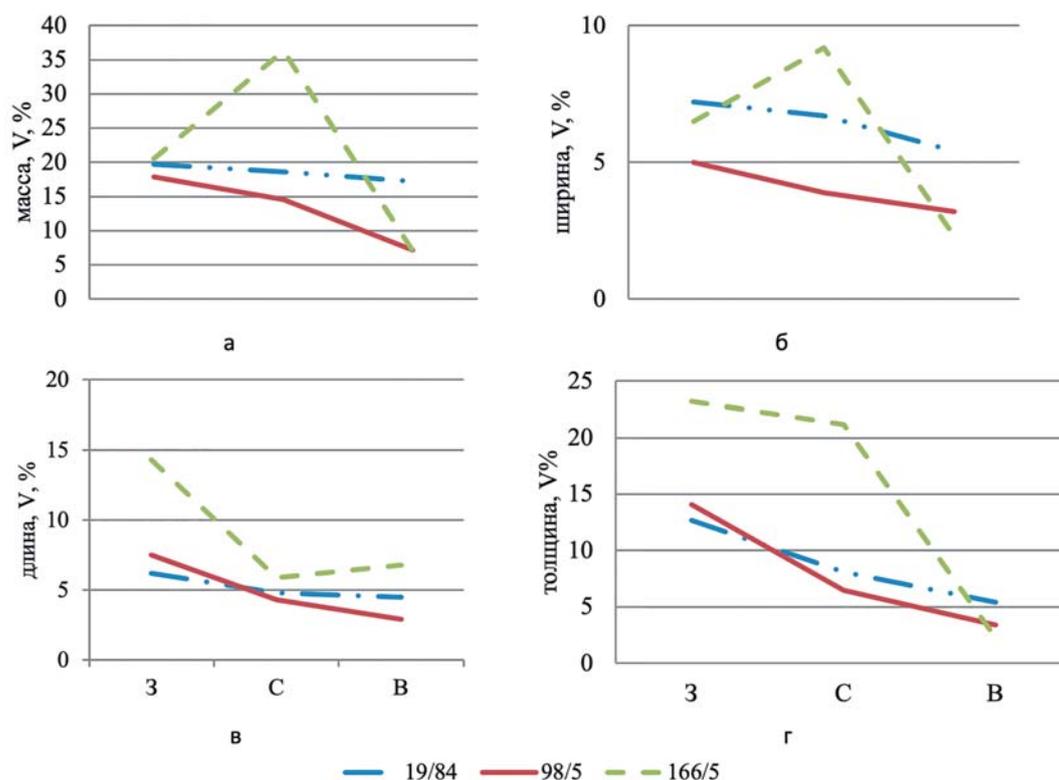


Рис.3. Изменчивость морфометрических признаков семени кабачка в зависимости от гидротермических условий в период репродукции (2005-2012 годы): 3 – низкая влагообеспеченность, С – средняя влагообеспеченность, В – высокая влагообеспеченность

Fig 3. Variability of morphometric traits of squash seeds depends on hydrothermal conditions at the period of squash reproduction (2005-2012): 3 – low humidity, C – middle humidity, B – high humidity

Таблица 6. Корреляция между морфометрическими признаками семени кабачка в разных условиях репродукции (2005-2012 годы). ПГУ, Приднестровье
 Table 6. Correlation coefficients between different morphometric traits of squash seeds at different reproduction conditions (2005-2012). Pridnestrovian State University, Transnistria

Влагообеспеченность	mw*	ml	mt	mwxt	mwxl
крупносемянная (166/5)					
низкая	0,5	0,5	0,9	0,6	0,4
средняя	0,6	0,3	0,8	0,7	0,5
высокая	0,4	0,1	0,8	0,8	0,4
среднесемянная (98/5)					
низкая	0,7	0,2	0,4	0,7	0,7
средняя	0,8	0,9	0,9	0,7	0,3
высокая	0,2	-0,2	0,4	-0,05	0,3
мелкосемянная (19/84)					
низкая	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1
средняя	0,3	-0,1	0,7	0,3	0,3
высокая	0,6	0,01	0,9	0,6	0,7

*mw – корреляция «масса – ширина семени», ml – корреляция «масса – длина семени»,
 mt – корреляция «масса – толщина семени»,
 mwxt – корреляция «масса – ширина» x толщина семени
 mwxl – корреляция «масса – ширина» x длина семени

ется наибольшей вариабельностью всех признаков, причём «масса» и «ширина» семени варьируют сходным образом (рис.3а,б). Наибольший коэффициент вариации этих признаков отмечен в условиях средней влагообеспеченности. Признаки «длина» и «толщина» семени у крупносемянной линии наиболее вариабельны в засушливых условиях, при высоком увлажнении они проявляют минимальную вариацию. 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.3в,г).

Корреляционный анализ между линейными признаками и массой семян у крупно- и среднесемянных линий показал, что парный коэффициент корреляции в большинстве случа-

ев был самым высоким при средних условиях влагообеспеченности периода формирования и созревания семян, а у мелкосемянных линий наибольшие значения отмечены при высоком уровне влагообеспеченности (табл. 6). Наибольшее значение частного коэффициента корреляции отмечено у среднесемянной линии при низкой влагообеспеченности, а у мелкосемянной линии, наоборот, при высокой влагообеспеченности.

Для оценки изменения морфометрических параметров семян был проведен трехфакторный дисперсионный анализ.

По результатам анализа вычислены главные эффекты влияния факторов: генотип (линия кабачка), год (метеорологические условия года репродукции семян), регулятор роста (препарат мицефит) и их взаимодействий (табл. 7).

Таблица 7. Степень влияния факторов среды и генотипа (%) на морфометрические признаки семян кабачка (2005-2012 годы). ПГУ, Приднестровье
 Table 7. Degree of factors influence – genotype and environment (%) on morphometric traits of squash seeds (2005-2012). Pridnestrovian State University, Transnistria

Фактор	Масса	Ранг	Ширина	Ранг	Длина	Ранг	Толщина	Ранг
Генотип	0,4	7	14,2	5	21,1	1	22,5	2
Год	54,3	1	16,5	3	16,9	4	1,8	6
Регулятор роста (Мицефит)	20,0	2	19,0	2	19,2	3	32,7	1
Генотип x год	9,0	4	15,3	4	6,2	6	14,1	4
Генотип x регулятор роста (Мицефит)	3,1	6	28,3	1	12,7	5	18,7	3
Год x регулятор роста (Мицефит)	3,9	5	4,9	6	20,5	2	9,2	5
Генотип x год x регулятор роста (Мицефит)	9,2	3	1,6	7	3,4	7	1,0	7

Анализ таблицы 7 показал, что на формирование признака «масса семени» оказывают влияние метеорологические условия года репродукции семян и применение регулятора роста, но взаимодействие факторов было слабым. Признак «ширина семени» находится под влиянием взаимодействия факторов «генотип x регулятор роста», а сила влияния факторов «генотип», «год», «регулятор роста» и взаимодействия «генотип x год» была на уровне 14,2-19,0%. На длину семени оказывают влияние факторы «генотип», «год», «регулятор роста» (16,9-19,1%), но взаимодействие «генотип x год» было слабым (6,2%). Взаимодействие факторов «генотип x регулятор роста» оказывало значительное влияние на ширину, толщину и длину семени.

Анализ представленного материала позволяет сделать следующее заключение: хотя морфометрические признаки семян и детерминированы генетически, в агроценозе их проявление находится под контролем ряда экологических факторов: климатических условий года и применения регулятора роста. В результате они модифицируются по убыванию силы действия факторов в следующем порядке: масса (78,2%) → длина (56,6%) → толщина (43,7%) → ширина (40,4%).

Заключение

Анализ изменений температуры воздуха и осадков в течение 7 лет (2005-2012 годы) показал возросшую ано-

мальность погодных условий в Приднестровье. Это, в первую очередь, касается количества и интенсивности выпадения осадков в период формирования и созревания семян кабачка овощного. Характер распределения декадных суммарных осадков и температур обусловил крайне неравномерное увлажнение: коэффициенты вариации ГТК составляли 29,2-61,3%. Аномальные погодные условия, наблюдаемые в период формирования репродуктивной сферы растений кабачка, отмечены во все годы проведения исследований. Наряду с генотипическими особенностями, это обусловило размерную поливариантность семян кабачка овощного.

Варьирование морфометрических признаков семян (коэффициента вариации) в зависимости от изменений гидротермического режима в период вегетации кабачка имеет нелинейный характер.

Применение препарата Мицефит оказало значительное влияние на выраженность морфометрических признаков семян кабачка овощного. Его взаимодействие с метеорологическими факторами определило их модифицирующую способность в следующем порядке: масса (78,2%) → длина (56,6%) → толщина (43,7%) → ширина (40,4%).

Характер модификаций морфометрических признаков семян в зависимости от экологических факторов может свидетельствовать об автономности их формирования.

Об авторах:

Хлебников Валерий Федорович – проф., зав. кафедрой ботаники и экологии
<https://orcid.org/0000-0003-0596-0425>

Смурова Наталья Васильевна – магистр экологии, преподаватель кафедры ботаники и экологии

Балашова Ирина Тимофеевна – доктор биол. наук, главный научный сотрудник лаб. новых технологий,
<https://orcid.org/0000-0001-7986-2241>, Researcher ID: V-5031-2018

About the authors:

Valerii F. Khlebnikov – professor, head the cathedra of botany and ecology,
<https://orcid.org/0000-0003-0596-0425>

Natalia V. Smurova – magister in ecology, lecturer the cathedra of botany and ecology

Irina T. Balashova – Doc. Sci. (biology), leader researcher of new technologies laboratory,
<https://orcid.org/0000-0001-7986-2241>, Researcher ID: V-5031-2018

Литература

1. Азарян К.Г., Тадевосян Л.М., Трчунян А.А. Испытание микорризных препаратов Мицефита и Миконета при выращивании огурца. *Овощи России*. 2016;(2):74-77. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-2-74-77>
2. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. Анализ, прогноз и моделирование семенной продуктивности овощных культур: учебно-методическое пособие. М.: Изд-во РГАЗУ, 2013. 60 с.
3. Бухаров А.Ф., Козарь Е.Г., Балашова И.Т., Машенко Н.Е. Влияние стероидного гликозида молдстим на семенную продуктивность линий кабачка. Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции сельскохозяйственных растений: сборник материалов V Международной научно-методологической конференции. Москва: РУДН, 2019. С.36-39.
4. Жукова Л.А., Зубкова Е.В. Демографический подход, принципы выделения онтогенетических состояний и жизнестойкости, поливариантность развития растений. *Вестник Тверского государственного университета. Серия: биология и экология*. 2016;(4):169-183.
5. Корн А.М. Поиск новых технологий сортирования семян. *Вестник РАСХН*. 2008;(2):15-16.
6. Литвинов С.С., Шатилов М.В., Постоева М.Н. Современное овощеводство и задачи науки. Селекция, семеноводство и сортовая агротехника овощных, бахчевых и цветочных культур. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной VII Квасниковским чтениям. 2016. С.5-12.
7. Лудилов В.А. О качестве семян бахчевых культур В сб. н. тр. к 75-летию Бывковской селекционно-опытной станции: Селекция и агротехника бахчевых культур. М.: РАСХН, ВНИИО, 2005. С.50-64.
8. Макрушин Н.Н. Основы гетеросперматологии. М.: Агропромиздат, 1989. 287 с.
9. Сапожникова С.А. Опыт агроклиматического районирования СССР. М., 1958. 59 с.
10. Сказкин, Ф.Д. Критический период у растений по отношению к недостатку воды в почве. Л.: Наука, 1971. 120 с.
11. Строна И.Г. Общее семеноведение полевых культур. М.: Колос, 1966. 464 с.
12. Тараканов И.Г., Гончаров А.В., Попехин И.В. Продуктивность тыквы крупноплодной *Cucurbita maxima* L. при обработке растений препаратом мицефит. *Вестник Российской государственной аграрной заочной академии*. М., 2006. С.52-54.
13. Корчагин А.А., Ильин Л.И., Мазиров М.А., Бибиб Т.С., Петросян Р.Д., Марков А.А., Гаспарян А.Р. Ресурсы адаптации агротехнологий в различные по погодным условиям годы. *Земледелие*. 2017;(1):16-20.
14. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. 512 с.

References

1. Azaryan K.G., Tadevosyan L.M., Trchounyan A.A. The testing of mycorrhizal preparations «Micefit» and «Mykonet» at cucumber cultivation. *Vegetable crops of Russia*. 2016;(2):74-77. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-2-74-77>
2. Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R. Analysis, prognonsis and modeling seed productivity of vegetable crops: textbook. Moscow: Russian State Agricultural University, 2013. 60 p. (In Russ.)
3. Bukharov A.F., Kozar E.G., Balashova I.T., Maschenko N.E. Effect of steroidal glycoside "moldstim" on the seed productivity of squash lines. Role of Physiology and Biochemistry at Introduction and Breeding of Agricultural Plants. Book of Proceedings V International Scientific-Methodological Conference. Moscow: Russian University of People's Friendship. 2019. P.36-39. (In Russ.)
4. Zhukova L.A., Zubkova E.V. Demographic approach , principles identification of ontogenetical statuses and live conditions, polyvariance development of plants. *News of Tver State University: biology and ecology*. 2016;(4): 169-183. (In Russ.)
5. Korn A.M. Search new technologies of seed sorting. *Proceedings Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2008;(2):15-16. (In Russ.)
6. Litvinov S.S., Shatilov M.V., Postoeva M.N. Modern vegetable production and task of science for it. *Breeding, seed production and cultivation of vegetables and flowers/Proceedings of International Scientific-Practical Conference dedicated VII Kvasnikov readings*. 2016. P.5-12. (In Russ.)
7. Ludilov B.A. About the quality of *Cucurbitaceae* seeds. Proceedings dedicated of 75-years Bikov Breeding Station: Breeding and Cultivation of plants *Cucurbitaceae* family. Moscow: Russian Academy of Agricultural Sciences, 2005. P.50-64. (In Russ.)
8. Makrushin N.N. Principles of Heterospermatology. Moscow: Agropromizdat, 1989. 287 p. (In Russ.)
9. Sapozhnikova S.A. Experience Deviding on Agroclimite Arealas in USSR. Moscow, 1958. 59 p. (In Russ.)
10. Skazkin F.D. Critical Periods of Plant as to Water Limit in the Soil. Leningrade. Nauka, 1971. 120 p. (In Russ.)
11. Strona I.G. Seed Studing of Crops. Moscow: Kolos, 1966. 464 p. (In Russ.)
12. Tarakanov B.G., Goncharov A.V., Popekhin I.V. Productivity of *Cucurbita maxima* L. After Plant Treatment With Preparation Mycephyte. *News Russian State Agricultural University*. Moscow, 2006. P.52-54. (In Russ.)
13. Korchagin A.A., Ilyin L.I., Mazirov M.A., Bibik T.S., Petrosian R.D., Markov A.a., Gasparian A.R. Resources Adaptation of Agrotechnologies to Different Years by Climate Conditions. *Crop Cultivation*. 2017;(1):16-20. (In Russ.)
14. Khalafian A.A. STATISTIKA 6. Statistical Analysis of Data. Moscow. "Binom-Press"- Ltd., 2007. 512 p. (In Russ.)