

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ НИГЕЛЛЫ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ, ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ КРЫМА

А. Л. ИСАКОВА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: nastyaisakova213@gmail.com

В. И. НЕМТИНОВ, Ю. Н. КОСТАНЧУК

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,
г. Симферополь, Республика Крым, 295043, e-mail: kostanyulya@mail.ru

(Поступила в редакцию 06.03.2025)

С каждым годом интерес к новой эфиромасличной, лекарственной культуре – нигелле (черный тмин) возрастает как в области медицины, так и в области сельского хозяйства. Необходимо отметить, что семена этой культуры содержат комплекс жирных, эфирных масел, витаминов и аминокислот, а также макро- и микроэлементов. На сегодняшний день создано множество различных сортов нигеллы, отличающихся высокой урожайностью, масличностью и декоративностью. Важной составляющей любой селекционной работы является оценка адаптивной способности образцов, для выявления ценных и хозяйственно-полезных сортов или исходного материала для ведения дальнейшей селекционной работы на продуктивность и другие признаки качества. В условиях Предгорного Крыма проведены исследования пяти сортов нигеллы селекции Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Изучены особенности роста и развития сортов, определена их семенная продуктивность, масличность, содержание элементов в семенах, а также выявлена генетическая гибкость сортов, экологическая пластичность, гомеостатичность, селекционная ценность, показатель уровня стабильности сортов и коэффициент адаптивности по признаку «масса семян с растения».

Все сорта были сравнены со стандартом (Крымчанка – st. – нигелла посевная (*Nigella sativa* L.), Ялита – st. – нигелла дамасская (*Nigella damascena* L.). По результатам проведенных исследований определено, что в условиях Предгорного Крыма сорта белорусской селекции имели сравнительно одинаковую спелость семян, включая сорта-стандарты, в среднем за годы исследований от 95 до 101 дня. Для селекции лучше всего подходят сорта с высоким коэффициентом адаптивности Беларуски Духмяны и Радасць, так как их высокая гомеостатичность указывает на надежность в разных агроэкологических условиях, и они обеспечивают стабильные урожаи. Нужно отметить, что, если целью является получение стабильного урожая, предпочтение стоит отдать сортам с низкой гибкостью. Если же важна возможность получения высоких урожаев при хорошем климате, можно рассмотреть сорта с большей гибкостью, но с рисками падения урожайности.

Ключевые слова: сорт, селекция, нигелла, отбор, масличность, микроэлементы.

Every year, interest in the new essential oil, medicinal crop – nigella (black cumin) is growing both in the field of medicine and in agriculture. It should be noted that the seeds of this crop contain a complex of fatty, essential oils, vitamins and amino acids, as well as macro- and microelements. To date, many different varieties of nigella have been created, distinguished by high productivity, oil content and decorativeness. An important component of any breeding work is the assessment of the adaptive capacity of samples, to identify valuable and economically useful varieties or source material for further breeding work on productivity and other quality characteristics. In the conditions of the Foothills of Crimea, studies were conducted on five varieties of nigella bred by the Belarusian State Agricultural Academy. The characteristics of the growth and development of varieties were studied, their seed productivity, oil content, and the content of elements in seeds were determined, and the genetic flexibility of varieties, ecological plasticity, homeostaticity, selection value, the indicator of the level of stability of varieties, and the coefficient of adaptability according to the “weight of seeds per plant” feature were revealed. All varieties were compared with the standard (Krymchanka – st. – *Nigella sativa* L., Yalita – st. – *Nigella damascena* L.). Based on the results of the studies, it was determined that in the conditions of the Crimean Foothills, the varieties of Belarusian selection had relatively similar seed maturity, including standard varieties, on average over the years of research from 95 to 101 days. The varieties with a high adaptability coefficient Belaruski Duhmyany and Radasts are best suited for selection, since their high homeostaticity indicates reliability in different agroecological conditions, and they provide stable yields. It should be noted that if the goal is to obtain a stable yield, preference should be given to varieties with low flexibility. If the possibility of obtaining high yields in a good climate is important, varieties with greater flexibility can be considered, but with the risk of yield decline.

Key words: variety; selection; nigella; selection; oil content, microelements

Введение

С каждым годом интерес к новой эфиромасличной, лекарственной культуре – нигелле (черный тмин) возрастает как в области медицины, так и в области сельского хозяйства. Необходимо отметить, что семена этой культуры содержат комплекс жирных, эфирных масел, витаминов и аминокислот, а также макро-и микроэлементов. На сегодняшний день создано множество различных сортов нигеллы, отличающихся высокой урожайностью, масличностью и декоративностью. Важной составляющей любой селекционной работы является оценка адаптивной способности образцов, для выявления ценных и хозяйственно-полезных сортов или исходного материала для ведения дальнейшей селекционной работы на продуктивность и другие признаки качества. Особую ценность имеют сорта

и гибриды, стабильные по урожайности и пригодные для возделывания в различных почвенно-климатических зонах. Новые создаваемые селекционерами сорта должны характеризоваться наибольшей урожайностью в благоприятных условиях и при этом формировать стабильный урожай в иных условиях, т.е. быть высоко адаптивными. Важнейшим принципом экологизации селекции является получение эколого-генетической информации на каждом этапе селекционного процесса. При этом важна информация как о норме реакции селективируемых генотипов в соответствии их модели сорта, так и сведения о типичности сред по отношению к будущей эконисше сорта [2].

Целью исследований являлось проведение всесторонней оценки по хозяйственно ценным признакам сортов нигеллы в агроклиматических условиях Предгорной зоны Крыма для выявления наиболее ценных с широким адаптивным потенциалом для последующей интродукции культуры в регион.

Научная новизна – впервые проведена комплексная оценка различных сортов нигеллы белорусской селекции в агроклиматических условиях Предгорной зоны Крыма.

Основная часть

Исследования проводили в условиях Предгорной зоны Крыма в отделе селекции и семеноводства овощных и бахчевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма», расположенном в 12 км на северо-восток от г. Симферополя. Почва на участке представлена южным карбонатным тяжелосуглинистым чернозёмом. По гранулометрическому составу почва является тяжёлым слабо-структурным суглинком. Содержание гумуса в пахотном слое – 4,3 %, азота – 3,2 мг/100 г, фосфора – 8,9 мг/100 г, калия – 64,8 мг/100 г почвы, рН солевой – 8,3.

Территория опытного участка относится к нижнему Предгорному агроклиматическому району Крыма. Климат района умеренно континентальный, характеризующийся неустойчивым увлажнением. Средние годовые температуры воздуха равны 9–12 °С. Для данного района обычным является жаркое лето при средних температурах июля плюс 23–24 °С и максимальных плюс 35–39 °С. Годовое количество осадков в среднем составляет 325–450 мм.

Периоду вегетации 2022 г. характерны значения среднесуточных температур, которые находились на уровне среднесуточных данных или незначительно превышали их (рис. 1, 2). Умеренные положительные среднесуточные температуры после всходов нигеллы (апрель) сопровождались достаточным количеством выпадающих осадков, что способствовало успешному развитию растений. Весна была умеренно тёплой и достаточно влажной: количество осадков в апреле превышало норму в 1,9 раза и составляло 65,6 мм. Погодные условия летнего периода вегетации нигеллы соответствовали уровню средних многолетних данных, что способствовало формированию хорошего урожая.

Вегетационный период 2023 г. по температурному режиму незначительно отличался от прошлого года, теплее оказался только март. Разница по годам наблюдалась лишь в количестве выпавших осадков: на 53,7 % меньше. За три весенних месяца выпало 99,7 мм, что в 1,46 раза меньше предыдущего года.

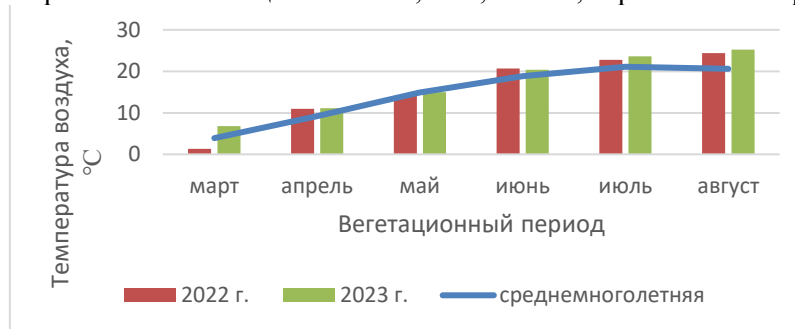


Рис. 1. Среднесуточная температура воздуха в период вегетации нигеллы, °С

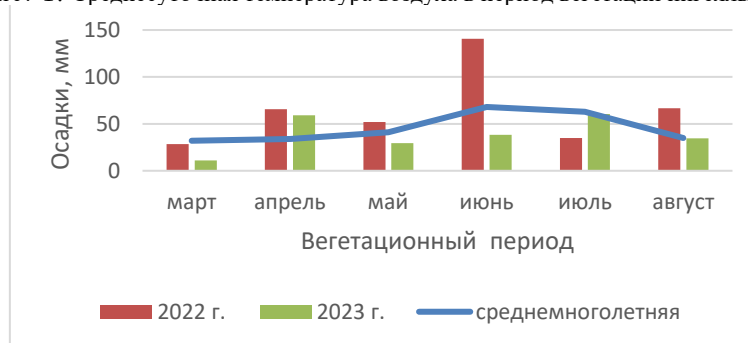


Рис. 2. Количество осадков в период вегетации нигеллы, мм

Объектами исследования являлись 5 сортов нигеллы белорусской селекции видов *Nigella sativa* L. – Знахарка, Беларускі Духмяны и *Nigella damascena* L. – Искра, Сунічны Водар, Радасць. Посев осуществлялся во 2–3-й декаде марта. Схема посева семян нигеллы – трехрядная (25+25+90) × 6 см. Делянки размером 2,0 × 0,8 м. Орошение капельное по фазам: единичные всходы, интенсивный рост, цветение, налив семян. Комплекс полевых агротехнических мероприятий проводили вручную. Уход за посевами включал междурядную обработку по мере засорения посевов сорными растениями.

В ходе исследований проводили следующие учеты и наблюдения: а) фенологические наблюдения; б) морфологические измерения; в) определение показателей семенной продуктивности; г) определение качественных показателей семян нигеллы.

Лабораторные анализы растительных образцов проводили согласно существующим методикам и ГОСТам. Устойчивость к стрессу и генетическую гибкость (или компенсаторную способность) сорта определяли по методу А. А. Rossielle, J. Hemblin [6], гомеостатичность (Ном) по методике В. В. Хангильдина [4], показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) по методике Э. Д. Неттевича [3], коэффициент адаптивности (КА) по методике Л. А. Животкова [1], индекс экологической пластичности по Eberhard S. A., Russell W. A [5]. Определение содержания макро- и микроэлементов проводили методом энергодисперсионной спектроскопии (ЭСД) на аналитическом растровом электронном микроскопе JEOL JSM 6090 LA. в ФГБНУ ФНЦ Садоводства (г. Москва).

По результатам исследований определено, что раннеспелым сортом в условиях Предгорного Крыма является сорт Радасць нигеллы дамасской (95 дней), другие сорта имели сравнительно одинаковую спелость семян, включая сорта-стандарты, в среднем за годы исследований от 98 до 101,5 дня. Однако, необходимо отметить, что все сорта нигеллы в условиях Предгорной зоны Крыма проходят этапы роста и развития, вплоть до получения качественного семенного материала. В табл. 1 представлены межфазные периоды сортообразцов нигеллы.

Таблица 1. Продолжительность межфазных периодов сортообразцов нигеллы (среднее за 2022–2023 гг.)

№ п/п	Сорт, образец	Период (суток) от всходов до:			
		образования розетки	стеблевания	цветения	спелости семян
Nigella sativa L.					
1	Крымчанка–st.	29	50	68	101
2	Знахарка	18,5	40	55,5	99
3	Беларускі духмяны	21	43,5	61,5	99
Nigella damascena L.					
4	Ялита – st.	18,5	52,5	65	98
5	Сунічны Водар	18,5	52,5	61	98
6	Радасць	10,5	49	57,5	95
7	Искра	13,5	52,5	62	101,5

Исследования морфометрических признаков сортообразцов показало, что высокорослые сорта имеют большее количество как побегов, так и листовок и соответственно обладают высокой семенной продуктивностью. Так, у сорта-стандарта Крымчанка нигеллы посевной семенная продуктивность с одного растения составила 4,2 грамма, у сортов белорусской селекции (Знахарка, Беларускі Духмяны) эти показатели составили 3,2 и 3,7 г соответственно (табл. 2). Выравненность по данному признаку высокая, однако у сорта Знахарка она ниже (66,3 %), чем у сорта Крымчанка (81,2 %) и Беларускі Духмяны (96,2 %). Содержание жирных масел в семенах составило у сорта Крымчанка – 36,5 %, у сорта Знахарка – 33,2 %, а у сорта Беларускі Духмяны – 35,9 %. Выравненность по данному признаку также высокая – 95,4 %, 85,5 %, 91,7 % соответственно (табл. 3).

Таблица 2. Комплексная оценка образцов нигеллы посевной (среднее за 2022–2023 гг.)

Сорт, образец	Высота растения, см	Количество побегов, шт.	Количество листовок, шт.	Продуктивность семян, г	Содержание жирных масел в семенах, %
Крымчанка–ст.	71,1±1,1	46,8±1,9	41,8±2,0	4,2±0,2	36,5±0,8
Знахарка	48,0±2,9	20,4±2,2	22,2±1,4	3,2±0,2	33,2±0,7
Беларускі духмяны	53,8±2,1	25,8±1,9	30,2±1,4	3,7±0,2	35,9±0,2

Таблица 3. Выравненность семенной продуктивности и жирного масла *N. sativa* L.

Сорт, образец	Семенная продуктивность, г/растения				Жирное масло, %			
	2022г.	2023г.	$\bar{X}$	В, %	2022г.	2023г.	$\bar{X}$	В, %
Крымчанка–ст.	4,7±0,1	3,6±0,2	4,2±0,2	81,2	37,6±0,5	35,3±0,1	36,5±0,8	95,4
Знахарка	2,4±0,2	3,9±0,1	3,2±0,2	66,3	29,8±0,9	36,6±0,4	33,2±0,7	85,5
Беларускі Духмяны	3,6±0,2	3,8±0,3	3,7±0,2	96,2	38,0±0,1	33,8±0,3	35,9±0,2	91,7

У сортообразцов нигеллы дамасской семенная продуктивность и содержание жирных масел в семенах, значительно ниже, чем у сортообразцов нигеллы посевной. Так, 4,3 г семян с растения составило у сорта Радасць, у сорта-стандарта Ялита и у сорта Сунічны Водар показатели оказались низкими – 2,6 и 1,7 г соответственно, вероятно, это связано, с климатическими условиями в годы проведе-

ния исследований. Высокой масличностью в процентном соотношении отличался сорт-стандарт Ялита, между сортами Радасць и Искра также существенных различий не выявлено (табл. 4 и 5).

Необходимым элементом в исследовании эфиромасличных, лекарственных культур, семена которых применяются при создании кормовых добавок для птицы, рыбы и КРС, является определение содержания макро- и микроэлементов. В табл. 6 представлены данные по содержанию элементов в семенах сортов нигеллы посевной и нигеллы дамасской. Нужно отметить, что содержание цинка в семенах образцов нигеллы посевной не выявлено, однако отмечено высокое содержание (%) калия и кальция в сортах-стандартах и в семенах сорта Искра и Сунічны Водар. По результатам исследований, проведенных в условиях Беларуси, содержание цинка в семенах сортов белорусской селекции варьировало от 31,4 до 68,0 мг/кг, кальция (%) от 0,48–0,67, что свидетельствует о большом значении почвенных условий выращивания и природно-климатических условий на содержание в семенах как макро- и микроэлементов, аминокислот, витаминов, эфирных и жирных масел, так и других биологически активных соединений [2].

Таблица 4. Комплексная оценка образцов нигеллы дамасской (среднее за 2022–2023 гг.)

Сорт, образец	Высота, см	Количество побегов, шт.	Количество листовок, шт.	Продуктивность семян, г	Содержание жирных масел в семенах, %
Ялита – st.	24,7±0,9	19,8 ±0,9	20,4±0,6	2,6±0,2	35,7±0,4
Сунічны водар	30,0±0,6	27,0±2,2	33,1±1,2	1,7±0,1	24,1±0,3
Радасць	42,7±1,4	36,4±2,1	42,6±1,0	4,3±0,08	28,6±0,4
Искра	43,0±1,0	44,4±2,2	38,9±2,0	3,2±0,04	29,5±0,4

Таблица 5. Выравненность семенной продуктивности и жирного масла *N. damascena* L.

Сорт, образец	Семенная продуктивность, г/растения				Жирное масло, %			
	2022г.	2023г.	$\bar{X}$	В, %	2022г.	2023г.	$\bar{X}$	В, %
Ялита- st.	3,4±0,2	1,8±0,2	2,6±0,2	23,8	36,8±0,3	34,6±0,4	35,7±0,4	92,3
Сунічны Водар	0,8±0,06	2,6±0,2	1,7±0,1	25,1	19,9±0,2	28,3±0,4	24,1±0,3	75,4
Радасць	4,4±0,06	4,2±0,1	4,3±0,1	96,8	26,8±0,4	30,5±0,5	28,6±0,4	90,9
Искра	4,5±0,03	1,9±0,1	3,2±0,1	45,7	24,9±0,6	34,1±0,3	29,5±0,4	78,0

Таблица 6. Содержание элементов в семенах *N. sativa* L. и *N. damascena* L., %

Элемент	Крымчанка- st.	Знахарка	Беларускі Духмяны	Ялита- st.	Сунічны Водар	Радасць	Искра
Mg	2,23	2,12	1,94	2,56	2,73	2,14	2,94
Si	0,26	0,18	0,24	0,32	0,13	0,12	0,90
P	6,92	6,38	6,54	6,07	6,92	5,30	6,52
S	0,89	0,34	0,77	0,68	0,67	0,52	0,53
K	12,2	8,62	8,48	10,5	8,82	6,51	11,9
Ca	10,9	5,12	4,97	5,91	8,13	5,43	7,38
Cr	0,53	0,12	0,16	0,17	0,15	0,21	0,16
Co	0,37	0,26	0,38	0,34	0,27	0,24	0,12
Ni	0,54	0,28	0,38	0,12	0,47	0,16	0,22
Cu	0,14	0,62	0,78	0,31	0,18	Нет	0,16
Se	0,24	0,58	0,68	0,11	0,24	0,25	0,28
Mo	3,29	0,29	1,58	1,38	1,99	1,35	1,12
Zn	-	-	-	0,84	1,14	0,56	0,21

В результате изучения генетической гибкости сортов в условиях Предгорного Крыма выявлено, что самые стабильные сорта – Радасць и Крымчанка-st. Рекомендуются для выращивания в переменных климатических условиях. Наиболее чувствительные сорта – Искра и Ялита-st. Требуют улучшенной агротехники и защиты в неблагоприятные сезоны.

Аномальные результаты: Беларускі Духмяны и Знахарка показали рост урожайности – возможно, 2023 год оказался более благоприятным для этих сортов (например, более подходящий уровень влаги или температур). Сунічны Водар показал экстремальный прирост урожайности (-225 %) – вероятно, это связано с влиянием факторов, повышающих продуктивность (опыление, почвенные условия и др.). Если цель – получение стабильного урожая, предпочтение стоит отдать сортам с низкой гибкостью. Если же важна возможность получения высоких урожаев при хорошем климате, можно рассмотреть сорта с большей гибкостью, но с рисками падения урожайности (табл. 7).

Наиболее ценные сорта для селекции – Сунічны Водар и Знахарка. Высокие значения СЦ связаны с хорошей урожайностью и устойчивостью. Особенно удивляет Сунічны Водар, который продемонстрировал прирост урожайности в 2023 году. Сорта средней селекционной ценности – Радасць, Беларускі Духмяны, Крымчанка-st. Эти сорта демонстрируют баланс между стабильностью и урожайностью. Сорта с наименьшей селекционной ценностью – Искра и Ялита-st. Высокая чувствительность к условиям среды снижает их ценность в селекции. Искра особенно нестабильна, что делает её менее перспективной для селекции на устойчивость.

Таблицы 7. Параметры адаптивности и стабильности сортов нигеллы по признаку «масса семян с растения»

Сорт	ГГ	Ном	Уровень стабильности S_i	КА	СЦ	Коэффициент пластичности (b_i)
Крымчанка-st.	0,234 (23,4%)	28,47	0,187	1,23	3,18	0,0729
Знахарка	-0,625 (-62,5%)	8,82	0,337	0,93	5,12	0,1786
Беларускі Духмяны	-0,056 (-5,6%)	684,50	0,038	1,10	3,91	0,0027
Ялита- st.	0,471 (47,1%)	5,28	0,435	0,77	1,38	0,2462
Сунічны Водар	-2,25 (-225%)	1,78	0,749	0,50	5,53	0,4765
Радасць	0,045 (4,5%)	924,50	0,033	1,27	4,10	0,0023
Искра	0,578 (57,8%)	3,03	0,575	0,95	1,35	0,5281

По результатам экологической пластичности установлено, что наиболее экологически стабильные сорта: Радасць и Беларускі Духмяны демонстрируют высокую стабильность урожайности при изменении условий среды. Эти сорта рекомендуются для широкого распространения, так как мало реагируют на внешние изменения. Сорта со средней пластичностью: Крымчанка-st. и Знахарка – умеренная изменчивость урожайности, но все еще достаточно устойчивые.

Подходят для селекции на стабильность. Наименее пластичные сорта: Сунічны Водар (0,476) и Искра (0,528) – высокая изменчивость урожайности. Эти сорта чувствительны к изменениям среды и требуют контролируемых условий выращивания.

Сорта с наибольшей адаптивностью: Радасць (1,27) и Крымчанка-st. (1,23) показывают высокую устойчивость к различным условиям. Хорошо приспособлены к изменяющейся среде. Средняя адаптивность: Беларускі Духмяны и Искра адаптивны, но могут зависеть от условий. Знахарка немного ниже, но остается в допустимых пределах. Наименее адаптивные сорта: Сунічны Водар (0,50) и Ялита-st. (0,77) имеют слабую адаптивность, могут значительно снижать урожайность при изменении условий. Требуют оптимального ухода и специальных условий для стабильного роста.

Наибольшая гомеостатичность у сорта Радасць (924,5) и Беларускі Духмяны (684,5), что говорит о высокой стабильности их урожаев в разных годах. Средний уровень гомеостатичности у Крымчанка-st. (28,47) и Знахарка (8,82). Наименьшая гомеостатичность у Сунічны Водар (1,78) и Искра (3,03), что указывает на сильные колебания урожайности между годами.

Наиболее стабильные сорта: Радасць (0,033) и Беларускі Духмяны (0,038). Отличаются средней стабильностью сорта Крымчанка-st. (0,187) и Знахарка (0,337). Наименее стабильные сорта: Искра (0,575) и Сунічны Водар (0,749), что указывает на значительные колебания урожайности между годами.

Заключение

Таким образом, по результатам проведенных исследований в условиях Предгорной зоны Крыма можно сделать следующие выводы: сорта белорусской селекции Радасць и Беларускі Духмяны – лучшие по стабильности, подходят для выращивания в условиях с переменной погодой. Знахарка – среднеустойчивый сорт, его урожайность может изменяться. Искра и Сунічны Водар – нестабильные, их урожайность сильно варьируется от года к году, что делает их менее надежными для возделывания, однако возможно получить высокие урожаи семян в годы с хорошими почвенными и погодными условиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайности / Л. А. Животков [и др.] // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3–6.
2. Нигелла в Беларуси / А. Л. Исакова [и др.] – Горки, 2021. – 118 с.
3. Неттевич, Э. Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в Центральном районе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства / Э. Д. Неттевич // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2001. – № 3. – С. 50–55.
4. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / В. В. Хангильдин [и др.] // Генетико-цитологические аспекты в селекции сельскохозяйственных растений. 1984. – № 1. – С. 67–76.
5. Eberhart, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russell // Crop. sci. – 1966. – Vol. 6, № 1. – P. 36–40.
6. Rossielle A. A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments / A. A. Rossielle, J. Hemblin // CropScience. – 1981. – Vol. 21., № 6. – P. 27–29.