

СЕЛЕКЦИЯ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ СОРТОВ ДАЙКОНА НА УРОЖАЙНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ

В. В. СКОРИНА, ДЭН ЖУЦЗЕ

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

(Поступила в редакцию 16.06.2025)

Среди овощных культур особое место занимает дайкон. Оценка исходного материала культуры дайкона по урожайности, экологической стабильности и реакции генотипов на различающиеся условия среды с целью выявления перспективных образцов представляет интерес в селекции культуры.

В статье представлены результаты исследований по оценке интродуцированных сортов дайкона различного происхождения. Установлено, что между сортами по степени реакции на условия среды наблюдается значительная дифференциация. По комплексному показателю (СЦГ) выделены генотипы Чунбао, Саши, Санчибай, DF Биючун, Чжэцзян Дачанг, Хунхуаюйцуй, Московский белый, Байючун, Ханьцзян Сюэлянь, Фэнцян. Стабильностью признака характеризовались сорта Чунбайю, Мал, Гуань Ши Чуньцзе, Хунхуаюйцуй, Чунлиган, Ханьцзян Сюэлянь, Фэнцян, Гастинец.

Среди сортов дайкона с округлой формой корнеплода по параметрам X_i и OAC_i выделены Сердце Подмосковья, Чунбао. Генотипы с цилиндрической формой корнеплода Чунбайю, DF Биючун, Мал, Гуань Ши Чуньцзе, Дэгаоцин, Хунхуаюйцуй, Байючун, Ханьцзян Сюэлянь, Санчибай, Фэнцян обладают стабильностью в изменяющихся условиях среды и могут быть рекомендованы для дальнейшей селекционной работы в качестве источников стабильности и высокой урожайности.

Исследованиями выявлено разнообразие среди генотипов по основным параметрам адаптивности, в том числе по СЦГ. Специфика состоит в сочетании максимальных показателей параметров X_i , OAC_i , CAC_i , при значительной отзывчивости на улучшение условий среды (b_i) и средней относительной стабильности. Сорт с низким значением параметра СЦГ может быть высокостабильным и служить источником в селекции изучаемого признака. При высоком значении может быть использован в качестве родительской формы для передачи потомству свойства урожайности в сочетании со стабильностью.

Ключевые слова: дайкон, сорт, урожайность, интродукция, генотип, адаптивность, стабильность.

Daikon occupies a special place among vegetable crops. Evaluation of the initial material of daikon culture by productivity, ecological stability and genotype response to different environmental conditions in order to identify promising samples is of interest in crop breeding.

The article presents the results of studies on the evaluation of introduced daikon varieties of different origin. It has been established that there is significant differentiation between varieties by the degree of response to environmental conditions. According to the complex indicator (SCGI), the following genotypes were distinguished: Chunbao, Sasha, Sanchibai, DF Biyuchun, Zhejiang Dachang, Honghuayucui, Moskovsky Bely, Baiyuchun, Hanjiang Xuelyan, Fengqiang. The following varieties were characterized by the stability of the trait: Chunbaiyu, Mal, Guan Shi Chunjie, Honghuayucui, Chunligang, Hanjiang Xuelyan, Fengqiang, Gastinets. Among the daikon varieties with a round root shape, the following stand out according to the X_i and OAC_i parameters: Serdise Podmoskovya, Chunbao. Genotypes with a cylindrical root shape: Chunbaiyu, DF Biyuchun, Mal, Guan Shi Chunjie, Degaoqing, Honghuayucui, Baiyuchun, Hanjiang Xuelian, Sanchibai, Fengqiang are stable in changing environmental conditions and can be recommended for further breeding work as sources of stability and high productivity.

Research has revealed diversity among genotypes according to the main adaptability parameters, including SCGI. The specificity consists in a combination of maximum values of the X_i , OAC_i , CAC_i parameters, with significant responsiveness to improved environmental conditions (b_i) and average relative stability. A variety with a low SCGI parameter value can be highly stable and serve as a source in the selection of the studied trait. At a high value it can be used as a parent form to pass on the properties of productivity in combination with stability to the offspring.

Key words: daikon, variety, productivity, introduction, genotype, adaptability, stability.

Введение

Разнообразие культивируемых растений теоретически позволяет решить проблему обеспечения населения овощной продукцией путем введения в культуру новых видов растений, находивших очень ограниченное применение.

Среди овощных культур интерес представляет дайкон, который обладает хорошими вкусовыми качествами, отсутствием остроты, наличием комплекса витаминов, ферментов и других веществ. В условиях Беларуси дайкон стал пользоваться большой популярностью, не только из-за высокой урожайности и относительно короткого вегетационного периода (30–70 дней), но и хорошими вкусовыми показателями [1, 2].

Дайкон (*Rapbanus sativus* L var. *longipinnatis* Bailly) – растение семейства Капустные. Культура отличается от традиционных редиса и редьки низким содержанием горчичных масел и характеризуется отличными пищевыми и лекарственными свойствами.

Выделяют четыре группы сортов дайкона – хару (весенние), нацу (летние), они (осенние) и фуло (зимние), которые в зависимости от конкретного сорта различаются как по длине периода вегетационного периода, так и размеру и форме корнеплодов.

Самые ранние сорта дайкона созревают через полтора месяца после посева, более поздние – через три-четыре месяца. Форма корнеплодов чаще всего цилиндрическая, округлая или овальная. Диаметр корнеплодов составляет 5–40 см, длина – 10–60 см. Иногда встречаются отдельные корнеплоды длиной 1,5 метра. Одним из методов распространения дайкона для его успешного возделывания является интродукция сортов культуры [3–7].

Установлено, что при интродукции в новых экологических условиях растения изменяют ритм, скорость, морфологию роста и развития, урожайность и качество продукции.

Рядом исследований подтверждается, что интродукция новых овощных культур из Восточно-Азиатского центра происхождения получила должное распространение в различных регионах не только России, но и других странах.

Одно из важнейших научных направлений повышения эффективности овощеводства – развитие селекции. Новые сорта должны обладать высокой продуктивностью, устойчивостью к неблагоприятному воздействию биотических факторов среды. При этом следует необходимость придания сортам широкого диапазона приспособительных свойств. Значительных результатов практическая селекция может достигнуть при экологической направленности селекционного процесса.

Как указывают ряд исследователей [8, 9, 10 и др.], увеличивающаяся опасность нарушения экологического равновесия и загрязнения окружающей среды свидетельствует о необходимости максимального использования природных ресурсов как растительных (местных и интродуцированных сортов, дикорастущих видов), так и почвенно-климатических (плодородия почвы, солнечной радиации, тепла, влаги). Этот путь, как отмечают В. Ф. Пивоваров, Е. Г. Добруцкая, Н. Н. Балашова [10], требует более глубоких знаний и взаимосвязей в системе «растение – среда», выявление и создание сортов и гибридов, хорошо адаптированных к определенным экологическим условиям.

Современное состояние селекции и сельскохозяйственного производства требует создания специализированных сортов, устойчивых к основным болезням и превосходящих по своим хозяйственно-биологическим признакам, т. е. сочетание в одном сорте высокой потенциальной продуктивности с устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды [11], а также сортов, способных эффективно использовать местные условия роста (солнечную энергию, питательные вещества, воду и т. п.).

Значительный вклад в теоретическое и экспериментальное обоснование экологических методов селекции ряда сельскохозяйственных культур и реализации их в практической селекции внесли исследования ряда ученых [12–20].

Целью исследований являлась оценка параметров адаптивной способности и экологической стабильности и урожайности интродуцированных сортов дайкона.

Основная часть

Исследования проводили на опытном поле кафедры плодовоовощеводства Белорусская государственная сельскохозяйственная академия в 2022–2024 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Опыты были заложены с соблюдением агротехнических требований по уходу за растениями в течение всего периода наблюдений. Повторность опытов трехкратная, размещение делянок рандомизированное [21]. Экологическое испытание проводили в соответствии с методическими указаниями по экологическому испытанию овощных культур в открытом грунте (Москва, 1981).

Объектами исследований являлись сортообразцы дайкона, интродуцированные из Китая, сорта белорусской и российской селекции.

В задачу входило: определить параметры адаптивной способности и экологической стабильности генотипов дайкона и выделить среди них сорта с высокой урожайностью и экологической стабильностью. Экологическим фоном служили годы испытания. Погодные условия варьировали по годам, что способствовало объективному изучению реакции сортов дайкона на изменяющиеся факторы внешней среды.

Параметры адаптивной способности и экологической стабильности и среды как фона для отбора генотипов определяли по методике А. В. Кильчевского, Л. В. Хотылевой [22, 23].

Определяли следующие параметры:

X_i – среднее значение признака i -го образца в совокупности сред;

OAC_i – общая адаптивная способность i -го образца по изучаемому признаку, равная отклонению среднего значения признака i -го образца от среднего значения признака во всех образцах по опыту;

S_{gi} – относительная стабильность i -го генотипа по изучаемому признаку, показатель, аналогичный коэффициенту вариации при изучении генотипа в ряде сред, который позволяет сопоставить результаты исследований с разным набором признаков;

b_i – коэффициент регрессии, реакция сорта на улучшение (ухудшение) условий выращивания; при $b_i > 1$ генотип имеет большее значение признака по сравнению с другими сортами в лучших условиях, при $b_i < 1$ – в худших условиях, при $b_i = 0$ не реагирует на изменение условий среды;

$СЦГ_i$ – селекционная ценность i -го генотипа по изучаемому признаку. Параметр, позволяющий определить сочетание в генотипе высокого значения признака с его устойчивостью, то есть вести отбор на ОАС с учетом стабильности.

Метеорологические условия в годы проведения исследований значительно отличались по температурному режиму воздуха и количеству атмосферных осадков как по годам, так и от средних многолетних данных, что способствовало объективной оценке коллекционного материала по изучаемым признакам.

В результате испытания генотипов в различных экологических условиях можно получить большое количество данных, которые без надлежащей математической обработки невозможно корректно проанализировать и делать соответствующие выводы.

При оценке сортов дайкона в различных условиях установлено, что сроки испытания в значительной степени влияют на параметры, изменяя при этом их значения и ранги.

Параметры адаптивной способности и экологической стабильности определяли у сортов дайкона с округлой (6 образцов) и цилиндрической (23 образца) формой корнеплода. В первом наборе (табл. 1) высокой продуктивностью (X_i) обладали сорта Чунбао (48,69), Красный Подмосковный (47,62) и Сердце Подмосковья (46,02). Данные генотипы по рангу занимали 1,2 и 3 места. Разница между минимальным и максимальным значением у генотипов по урожайности составила 2,64 раза. Данные генотипы выделялись и по параметру OAC_i .

Таблица 1. Параметры адаптивной способности генотипов дайкона по урожайности, т/га (2022–2024 гг.)

Генотипы	X_i	Ранг	OAC_i	CAC_i	S_{gi}	b_i	$СЦГ_i$
520	21,67	6	-14,53	69,78	38,54	0,510	10,42
Сердце Подмосковья	46,02	3	9,81	314,86	38,55	1,503	22,12
Красный Подмосковный	47,62	2	11,41	948,12	64,65	2,701	6,16
Чунбао	48,69	1	12,48	147,94	24,97	0,006	32,31
Ман Танхонг	25,41	5	-10,79	151,80	48,47	1,083	8,82
Саша (контроль)	27,81	4	-8,39	4,46	7,60	0,194	24,96
По фактору А	0,665						
По фактору В	0,470						
Общее НСР	1,152						

Из данных сортов, наименьшим значением параметра S_{gi} (относительная стабильность), характеризовались генотипы Чунбао (24,97), образец 520 (38,54) и Сердце Подмосковья (38,55).

Отзывчивость на улучшение условий среды проявляли сорта Сердце Подмосковья ($b_i = 1,503$), Красный Подмосковный ($b_i = 2,701$), Ман Танхонг ($b_i = 1,083$). По комплексному показателю ($СЦГ_i$) выделялись генотипы Чунбао – 32,31 и Саша (контроль) – 24,96, что говорит об их стабильности.

При изучении реакции генотипов на среду (b_i) из 6 генотипов 50,0 % отличались нестабильностью с положительной реакцией на среду, а 50,0 % были стабильными. Генотипы 520 и Саша (контроль) отличались стабильностью. Сорт дайкона Чунбао обладал стабильностью и по реакции на среду (b_i) занимал промежуточное положение. В целом данный генотип обладает стабильностью признака «урожайность». По параметрам X_i и OAC_i (общая адаптивная способность) среди генотипов установлены достоверные различия.

При сравнительной оценке параметров адаптивной способности и экологической стабильности (табл. 2) во втором наборе наиболее урожайными были сорта Санчибай, DF Биючун, Чжэцзян Дачанг, Хунхуаюйцуй, Московский белый, Байючунь, Ханьцзян Сюэлянь, Фэнцян. Следует выделить высокоурожайные генотипы Фэнцян – 80,80 т/га, Ханьцзян Сюэлянь – 81,06, Байчунь – 101,4 т/га. Для выделенных генотипов характерно и высокое значение параметра OAC_i – от 28,69 до 49,29.

Стабильностью признака (S_{gi}) характеризовались сорта Чунбайю, Мал, Гуань Ши Чуньцзе, Хунхуаюйцуй, Чуньлиган, Ханьцзян Сюэлянь, Фэнцян, Гастинец (контроль), которые также отличались высоким значением параметра селекционная ценность генотипа ($СЦГ_i$), что свидетельствует об их стабильности в данных условиях возделывания.

Анализ полученных данных при изучении реакции генотипов на среду (рис. 1) в 2022–2044 гг. показал, что по урожайности из 23 образцов (6) или 26 % отличались нестабильностью с положительной реакцией на среду 69,5 % (16) были стабильными.

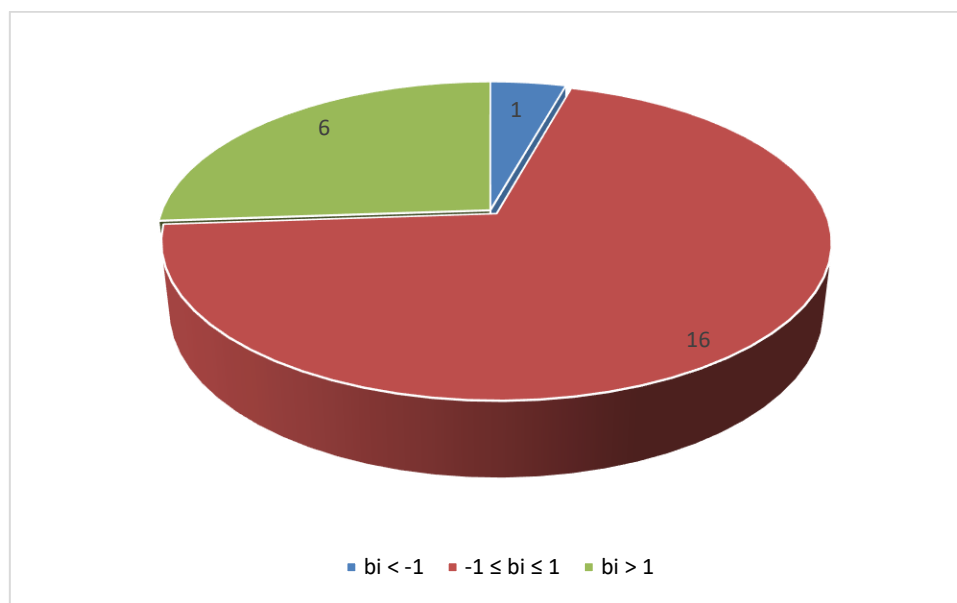


Рис. 1. Реакция генотипов на условия среды

Промежуточное количество генотипов по реакции на условия среды составило 4,3 % (1 генотип).

Таблица 2. Параметры адаптивной способности генотипов дайкона по урожайности, т/га (2022–2024 гг.)

Генотипы	X_i	Ранг	OAC_i	CAC_i	S_{gi}	b_i	$СЦГ_i$
Московский белый	72,23	4	20,13	2336,4	66,91	5,45	-22,54
Чунбайю	62,07	7	9,96	8,32	4,64	0,33	56,41
Дуанье 13	48,16	13	-3,94	506,08	46,71	2,33	4,04
DF Биючун	59,39	9	7,29	215,59	24,72	-0,057	30,60
Цзиньша Наньпань чжоу	45,75	15	-6,35	158,24	27,49	-0,014	21,08
Чунбулао Цзюцзиньван	33,17	18	-18,92	59,84	23,31	0,561	18,00
Мал	48,96	12	-3,14	12,62	7,25	-0,356	41,99
Чжэцзян Дачанг	69,03	6	16,92	1473,7	55,61	4,35	-6,24
Сякан 40	31,83	19	-20,26	144,9	37,80	0,580	8,23
Гуань Ши Чуньцзе	58,89	10	6,79	39,18	10,62	0,691	46,62
Да Хонгпао	42,80	16	-9,29	435,45	48,74	1,78	1,89
Лу Тоицин	47,89	14	-4,21	844,63	60,68	2,94	-9,09
Гуань Ши Цуй Цин	21,93	23	-30,16	103,02	46,26	0,418	2,03
Дэгаоцин	51,10	11	-1,00	59,84	15,13	0,879	35,93
Хунхуаюйцуй	71,43	5	19,33	22,94	6,70	0,313	62,04
Да Хунфэн	23,54	21	-28,56	8,33	12,25	0,333	17,88
Чунлиган	27,29	20	-24,81	1,68	4,75	0,171	24,74
Байючунь	101,4	1	49,29	470,9	21,39	2,087	58,85
Ханьцзян Сюэлянь	81,06	2	28,96	38,40	7,64	0,214	68,91
Кесинтия	36,12	17	-15,98	140,15	32,77	-1,355	12,90
Санчибай	60,46	8	8,36	66,28	13,46	0,461	44,50
Фэнцян	80,80	3	28,69	37,97	7,62	0,708	68,71
Гастинец (контроль)	23,01	22	-29,09	0,80	3,90	0,148	21,24
По фактору А	0,948						
По фактору В	0,342						
Общее НСР	1,642						

Самыми нестабильными (S_{gi}) по признаку «урожайность» оказались сорта Московский белый (66,91), Чжэцзян Дачанг (55,61), Лу Тоицин (60,68). Данные генотипы проявляли реакцию (b_i) на условия среды.

Наибольшим значением параметра селекционная ценность генотипа обладали Чунбайю, DF Биючун, Мал, Гуань Ши Чуньцзе, Дэгаоцин, Хунхуаюйцуй, Байючунь, Ханьцзян Сюэлянь, Санчибай, Фэнцян, что говорит об их стабильности. Разница между сортами по продуктивности составила 4,62 раза.

Из общего количества 34,7 % генотипов выделялась по комплексному показателю (СЦГ_i) – Чунбайю (56,41), Мал (41,99), Гуань Ши Чуньцзе (46,62), Хунхуаюйцуй (62,04), Байючунь (58,85), Санчибай (44,50), Фэнцян (68,71).

Заключение

Среди генотипов дайкона в первом наборе по комплексному показателю (СЦГ_i) выделены генотипы Чунбао и Саша. В результате полученных экспериментальных данных во втором наборе наиболее урожайными были сорта Санчибай, DF Биючун, Чжзцзян Дачанг, Хунхуаюйцуй, Московский белый, Байючунь, Ханьцзян Сюэлянь, Фэнцян. Стабильностью признака характеризовались сорта Чунбайю, Мал, Гуань Ши Чуньцзе, Хунхуаюйцуй, Чуньлиган, Ханьцзян Сюэлянь, Фэнцян, Гастинец (контроль) с высоким значением параметра СЦГ_i. В данном наборе по урожайности 26 % генотипов отличались нестабильностью с положительной реакцией на среду 69,5 % были стабильными. Промежуточное количество генотипов по реакции на условия среды составило 4,3 %.

Сорта дайкона с округлой формой корнеплода Сердце Подмоскovie, Чунбао выделяются по параметрам Х_i и ОАС_i. Генотипы с цилиндрической формой корнеплода Чунбайю, DF Биючун, Мал, Гуань Ши Чуньцзе, Дэгаоцин, Хунхуаюйцуй, Байючунь, Ханьцзян Сюэлянь, Санчибай, Фэнцян обладают стабильностью в изучаемых условиях среды и могут быть рекомендованы для селекционной работы в качестве источников стабильности и высокой урожайности.

Таким образом, исследованиями выявлено разнообразие среди генотипов по основным параметрам адаптивности, в том числе по СЦГ_i, что позволяет определить общие свойства у генотипов, отличающихся высоким уровнем параметра СЦГ_i или различия между ними.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кононков, П. Ф. Новые овощные растения / П. Ф. Кононков, М. С. Бунин, С. Н. Конокова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: «Нива России», 1992. – С. 58–68.
2. Дэн Жуцзе Морфо-биологическая оценка сортообразцов дайкона в северо-восточной части Беларуси / Дэн Жуцзе, В. В. Скорина // Вестник Белорус. гос. сельскохозяйств. академии. – 2025. – № 2. – С. 85–89.
3. Бунин, М. С. Интродукция дайкона в Нечерноземье / М. С. Бунин, С. М. Сычѳв // Картофель и овощи. – 1994. – №3. – С. 24–26.
4. Бунин, М. С. Дайкон – качественно новый для России овощ / М. С. Бунин // Картофель и овощи. – 1992. – № 5–6. – С. 10–14.
5. Лудилов, В. А. Всѳ об овощах / В. А. Лудилов, М. И. Иванова. – М., 2010. – С. 98–100.
6. Гвоздѳв, М. В. Формирование показателя урожайности сортов дайкона в зависимости от срока посева / М. В. Гвоздѳв, С. В. Жаркова // International Journal of Humanities and Natural Sciences, 2019. – Vol. 9–1
7. Жученко, А. А. Экологическая генетика культурных растений / А. А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1980. – 587 с.
8. Кильчевский, А. В. Экологическая селекция растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: Технология, 1997. – 372 с.
9. Пивоваров, В. Ф. Экологическая селекция сельскохозяйственных растений / В. Ф. Пивоваров, Е. Г. Добруцкая, Н. Н. Балашова. – М., 1994. – 204 с.
10. Пивоваров, В. Ф. Экологическая селекция сельскохозяйственных растений / В. Ф. Пивоваров, Е. Г. Добруцкая, Н. Н. Балашова. – М., 1994. – 204 с.
11. Пивоваров, В. Ф. Селекция и семеноводство овощных культур / В. Ф. Пивоваров. – Пенза, 1999. – Т. 1. – 292 с.
12. Драгавцев, В. А. Алгоритмы эколого-генетической инвентаризации генофонда и методы конструирования сортов сельскохозяйственных растений по урожайности, устойчивости и качеству: метод. рек. / В. А. Драгавцев. – СПб.: ВИР, 1994. – 49 с.
13. Жученко, А. А. Экологическая генетика культурных растений / А. А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1980. – 587 с.
14. Кильчевский, А. В. Генотип и среда в селекции растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева; Ин-т генетики и цитологии АН БССР. – Минск: Наука и техника, 1989. – 191 с.
15. Кильчевский, А. В. Экологическая селекция растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: Технология, 1997. – 372 с.
16. Скорина, В. В. Селекция овощных и пряно-вкусовых культур на продуктивность, экологическую стабильность и качество: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / В. В. Скорина; Бел. гос. с.-х. акад. – Горки, 2008. – 43 с.
17. Скорина, В. В. Сравнительная оценка образцов укропа пахучего по урожайности и экологической стабильности / В. В. Скорина, А. В. Петренко // Овощи России. – 2022. – № 2. – С. 20–65.
18. Бобкова, О. Н. Оценка параметров адаптивной способности и экологической стабильности при выращивании салата / О. Н. Бобкова, В. В. Скорина // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 2. – С. 58–63.
19. Скорина В. В. Комплексная оценка параметров адаптивной способности и экологической стабильности генотипов для селекции чеснока озимого / В. В. Скорина, Вит. В. Скорина // Овощи России. – № 4. – 2023. – С. 58–61.
20. Скорина, В. В. Селекция фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.) на продуктивность и экологическую стабильность / В. В. Скорина, Е. В. Панкрутская // Вестник Белорус. гос. сельскохозяйств. академии. – 2023. – № 4.
21. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
22. Кильчевский, А. В. Комплексная оценка среды как фона для отбора в селекционной программе / А. В. Кильчевский // Доклады АН БССР. – 1986. – Т. 30, № 9. – С. 846–849.
23. Кильчевский, А. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение I. Обоснование метода / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева // Генетика. – 1985. – Т. 21, № 9. – С. 1481–1490.