

Оценка экологической пластичности и стабильности сортов смородины черной в условиях Центрально-Черноземного региона России

© 2026. М. А. Келдибекова✉, С. Д. Князев

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», Орловская область, Российская Федерация

Цель исследований – оценить экологическую пластичность и стабильность 14 сортов черной смородины отечественной селекции из биоресурсной коллекции Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур по признаку «урожайность». Работа выполнена в 2023–2025 гг. в условиях Орловской области, Центрально-Черноземный регион (ЦЧР). Контроль – районированный по ЦЧР сорт Орловская серенада. Наиболее благоприятными для выращивания смородины черной отмечены погодные условия 2023 г. (индекс среды (I_i) – 0,54), менее благоприятными – 2024 и 2025 гг. (I_i = -0,12 и -0,42 соответственно). В результате исследований выделены 5 сортов, достоверно превышающих эталонный по урожайности в годы изучения: Бинар, Шаман, Журавушка, Канахама, Стрелец (6,30–7,34 т/га). По коэффициенту регрессии к сортам интенсивного типа ($b_i > 1$) относятся Бинар, Шаман, Журавушка, Стрелец, Нежданчик, Аркадия, Добрый Джинн, при этом наиболее высокий уровень пластичности отмечен у сорта Шаман ($b_i = 2,10$); нейтрального типа ($b_i < 1$) – Юлиан, Августинка, Удалец, Руслан. Сорт Вымпел ($b_i \approx 0$) не реагировал на изменения в среде. Контрольный сорт Орловская серенада и сорта Жемчужина, Канахама полностью соответствовали условиям выращивания и их изменениям. По показателю экологической стабильности (σ_a^2) среди изучаемых сортов выделены Августинка, Юлиан и Вымпел, однако их урожайность не превышала контрольный сорт. Из урожайных сортообразцов наиболее стабильными были Шаман, Канахама и Стрелец. Согласно используемой методике, оптимальным для продуктивного сорта считается сочетание b_i , равное или близкое к 1, с меньшим значением σ_a^2 . Оптимальным сочетанием статистических параметров ($b_i = 0,9$; $\sigma_a^2 = 5,28$) обладал стабильно урожайный (6,73 т/га, CV = 22,24 %) сорт Канахама, который представляет интерес в качестве источника при селекции стабильных по продуктивности сортов черной смородины.

Ключевые слова: *Ribes nigrum* L., интродуценты, биоресурсная коллекция, урожайность, коэффициент регрессии, показатель стабильности

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур» (тема № FGZS-2025-0009).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Келдибекова М. А., Князев С. Д. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов смородины черной в условиях Центрально-Черноземного региона России. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2026;27(4):841–849. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2026.27.4.841-849>

Поступила: 27.11.2025

Принята к публикации: 17.07.2026

Доработана после рецензирования: 08.12.2025

Опубликована онлайн: 31.08.2026

Assessment of the ecological plasticity and stability of black currant cultivars in the Central Chernozem Region

© 2026. Margarita A. Keldibekova✉, Sergey D. Knyazev

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Orel region, Russian Federation

The aim of the research was to assess the ecological plasticity and stability of 14 domestic black currant cultivars of the bio resource collection of the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding using “yield” as the key trait. The work was carried out in 2023–2025 in the Orel Region (Central Chernozem Region). ‘Orlovskaya Serenada’, a black currant cultivar zoned in the Central Chernozem Region, was taken as a control. It was found that 2023 was the most favorable year for growing black currant (the environment index (I_i) – 0.54), while 2024 and 2025 were less favorable (I_i = -0.12 and -0.42, respectively). As a result of the study, there were identified 5 cultivars that significantly exceeded the reference cultivar in terms of yield during the study years: ‘Binar’, ‘Shaman’, ‘Zhuravushka’, ‘Kanakhama’, and ‘Streletz’ (6.30–7.34 t/ha). According to the regression coefficient, the intensive cultivars ($b_i > 1$) included ‘Binar’, ‘Shaman’, ‘Shuravushka’, ‘Streletz’, ‘Nezhdanchik’, ‘Arkadia’, and ‘Dobry Dzinn’, at the same time, ‘Shaman’ had the highest level of plasticity ($b_i = 2.10$). ‘Yulian’, ‘Avgustinka’, ‘Udaletz’ and ‘Ruslan’ were the neutral type cultivars ($b_i < 1$). ‘Vympel’ cultivar ($b_i \approx 0$) did not respond to changes in the environment. The control ‘Orlovskaya Serenada’ as well as ‘Zhemchuzhina’ and ‘Kanakhama’ were characterized by the full compliance of the cultivar with the growing conditions and their changes. According to the ecological stability index (σ_a^2) the cultivars ‘Avgustinka’, ‘Yulian’, and ‘Vympel’ were identified as the most stable among those studied; however, their yield did not exceed that of the control cultivar. Among the high-yielding cultivars, ‘Shaman’, ‘Kanakhama’, and ‘Streletz’ were the most stable. According to the method used, the optimal profile for a productive cultivar is a combination of b_i equal to or close to 1 and a minimum environmental stability parameter σ_a^2 . The ‘Kanakhama’ cultivar was identified with this combination of

statistical parameters ($b_i = 0.9$; $\sigma_a^2 = 5.28$), which would be considered as a stable-yielding cultivar (6.73 t/ha, CV = 22.24 %) and would be of interest as a source for breeding stable-yielding black currant cultivars.

Keywords: *Ribes nigrum* L., introduced species, bio resource collection, yield, regression coefficient, stability index

Acknowledgements: the work was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (theme No. FGZS-2025-0009).

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Keldibekova M. A., Knyazev S. D. Assessment of the ecological plasticity and stability of black currant cultivars in the Central Chernozem Region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2026;27(4):841–849. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2026.27.4.841-849>

Received: 27.11.2025

Revised: 08.12.2025

Accepted for publication: 17.07.2026

Published online: 31.08.2026

За последние 10 лет более чем на 40 % возросло производство отечественной плодово-ягодной продукции, которая употребляется в свежем виде и является сырьем для перерабатывающей промышленности [1]. Наряду с овощами фрукты и ягоды служат основным источником витаминов, в том числе тех, которые не синтезируются в организме человека (С, Р, Е, К) и должны регулярно поступать с пищей [2]. Однако с ростом производства данной продукции растет и потребность в посадочном материале и соответственно сортах, отвечающих современным вызовам [3, 4]. Возрастают требования к устойчивости сельскохозяйственного производства в условиях климатических изменений, а также необходимость обеспечения продовольственной безопасности и импортозамещения в секторе плодово-ягодной продукции. Использование в садоводстве сортов с высоким уровнем адаптации существенно повышает экологическую устойчивость отрасли. Такие сорта обеспечивают достаточно высокую урожайность в благоприятных условиях и стабильную – в стрессовых. В связи с этим важно оценивать соответствие сорта условиям данной местности, то есть проводить оценку его экологической пластичности и стабильности. Экологическая пластичность – это реакция генотипа на изменение условий среды, проявляющаяся в фенотипической изменчивости; стабильность – это способность генотипа поддерживать определенный фенотип в различных условиях среды [5, 6, 7].

Существует ряд методов количественной оценки экологической пластичности и стабильности сортов по различным признакам, в том числе урожайности. Широко распространен метод С. А. Еберхарта и В. А. Руссела (S. A. Eber-

hart, W. A. Russel)¹, который заключается в расчете коэффициента линейной регрессии (b_i) и среднего квадратического отклонения от теоретической линии регрессии (σ_a^2). Метод позволяет оценить, с одной стороны, реакцию сорта, выраженную в изменениях значений признака при изменении условий выращивания, с другой – фактическое отклонение от этой реакции при испытании сорта. Коэффициент линейной регрессии характеризует пластичность сорта, среднее квадратическое отклонение – его стабильность [8, 9]. К достоинствам метода относят универсальность подхода, возможность интегральной оценки среды, проводимой по урожайности [10].

Смородина черная (*Ribes nigrum* L.) – широко распространённая ягодная культура с хорошей отзывчивостью на интенсификацию технологии выращивания. Россия является одной из ведущих стран по селекции смородины черной, где ежегодно на государственное испытание передается несколько новых сортов [11], которые изучаются в регионах с различными почвенно-климатическими условиями. За последние годы биоресурсная коллекция (БРК) черной смородины Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (ВНИИСПК) пополнилась сортами, созданными в других регионах, в связи с чем нами проведена оценка уровня их адаптации по таким показателям, как пластичность и стабильность плодоношения.

Цель исследований – оценить экологическую пластичность и стабильность плодоношения интродуцированных сортов отечественной селекции БРК ВНИИСПК в условиях Орловской области.

¹Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966;6(1):36–40.

Научная новизна – получены новые знания о продуктивном и адаптивном потенциале интродуцированных сортов смородины черной в условиях Орловской области, на основании которых наиболее ценные генотипы будут использованы для развития приоритетных направлений селекции и расширения сортимента для промышленного возделывания.

Материал и методы. Исследования проводили в 2023–2025 гг. на участке коллекционного сортоизучения смородины черной из БРК ФГБНУ ВНИИСПК (Орловская область, Центрально-Черноземный регион). Селекционные

насаждения заложены на участке с темно-серыми лесными почвами, мощность гумусового горизонта 30–55 см, содержание гумуса 3–5 %. Механический состав среднесуглинистый, кислотность близкая к нейтральной – pH_{сол} – 6,0. Почвообразующая порода – лессовидный суглинок среднего механического состава.

В рамках данного исследования проведен мониторинг 14 интродуцированных отечественных сортов смородины черной БРК ВНИИСПК. Контроль – районированный по Центрально-Черноземному региону сорт Орловская серенада (табл. 1).

Таблица 1 – Исследуемые сорта смородины черной БРК ВНИИСПК /

Table 1 – Research cultivars of black currant of the bio resource collection of the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPК)

<i>Copm / Cultivar</i>	<i>Происхождение / Origin, Parental plants</i>
ФГБНУ ВНИИСПК, г. Орел / The Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Orel	
‘Орловская серенада’ (к) / ‘Orlovskaya Serenada’ (k)	106-3-11-15 × ‘М. Шмырев’ / 106-3-11-15 × ‘M. Shmyrev’
ВНИИР им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург / N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources	
‘Августинка’ / ‘Avgustinka’	‘М. Шмырёв’ × ‘Öjebyn’ / ‘M. Shmyrev’ × ‘Ojebyn’
‘Бинар’ / ‘Binar’	‘Нарядная’ × ‘Öjebyn’ / ‘Naryadnaya’ × ‘Ojebyn’
‘Нежданчик’ / ‘Nezhdanchik’	‘Öjebyn’ × ? / ‘Ojebyn’ × ?
‘Юлиан’ / ‘Julian’	‘Bradtorp’ × R. dikuscha 7-2 × (R. aureum + (‘Неосыпающаяся’ × № 2)) / ‘Bradtorp’ × R. dikuscha 7-2 × (R. aureum + (‘Neosypayushchayasya’ × № 2))
ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров / Federal Agricultural Research Center of the North-East, Kirov	
‘Аркадия’ / ‘Arcadia’	‘Грация’ × ‘Сластена’ / ‘Gratsiya’ × ‘Slastena’
Свердловская селекционная станция садоводства – структурное подразделение ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН / The Sverdlovsk Horticulture Breeding Station is a structural unit Ural Federal Agricultural Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences	
‘Вымпел’ / ‘Vympel’	2-1-87 × ‘Валовая’ / 2-1-87 × ‘Valovaya’
‘Добрый Джинн’ / ‘Dobry Ginn’	‘Fertodi’ × ‘Диковинка’ / ‘Fertodi’ × ‘Dikovinka’
‘Удалец’ / ‘Udalets’	‘Славянка’ × ‘Валовая’ / ‘Slavyanka’ × ‘Valovaya’
‘Шаман’ / ‘Shaman’	‘Глобус’ × ‘Валовая’ / ‘Globus’ × ‘Valovaya’
ФГБНУ ФАНЦА, г. Барнаул / Federal Altai Scientific Centre of Agro-Bio Technology, Barnaul	
‘Журавушка’ / ‘Zhuravushka’	‘Неросимая’ × (‘Сеянец Голубки’ × ‘Сложнокистная’) / ‘Nerosimaya’ × (‘Seyanets Golubki’ × ‘Slozhnokistnaya’)
‘Канахама’ / ‘Kanakhama’	‘Поклон Борисовой’ × ‘Лама’ / ‘Poklon Borisovoi’ × ‘Lama’
‘Руслан’ / ‘Ruslan’	‘Сокровище’ × с-ц 74-5-1 / ‘Sokrovishche’ × s-c 74-5-1
Кокинский опорный пункт ФГБНУ ФНЦ садоводства, Брянская область / Kokinsky stronghold Federal Scientific Breeding and Technology Center for Horticulture and Nursery Production, Bryansk region	
‘Стрелец’ / ‘Strelets’	Свободное опыление межвидовых форм / Free pollination of interspecific forms
Южно-Уральский НИИ садоводства и картофелеводства – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, Екатеринбург / South Ural Research Institute of Horticulture and Potato Growing – branch Ural Federal Agricultural Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg	
‘Жемчужина’ / ‘Zhemchuzhina’	‘Bradtorp’ × ‘Сеянец Голубки’ / ‘Bradtorp’ × ‘Seyanets Golubki’

Примечание: ? – происхождение неизвестно / Note: ? – Parentage unknown

Год закладки участка – 2020, схема посадки 3,5х0,6 м, на 1 га 5000 растений. В период вегетации проводили общепринятые агротехнические мероприятия, исследования – в соответствии с общепринятыми методиками². Статистическая обработка полученного экспериментального материала проведена дисперсионным анализом по методике Б. М. Доспехова³ с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel. Адаптивность определяли по методике S. A. Eberhart, W. A. Russel в редакции Зыкина и др. [12]: для оценки условий среды используют индекс I_j : чем выше значение I_j , тем благоприятнее условия. Затем рассчитываются коэффициент экологической пластичности (b_i) и показатель стабильности (σ_d^2). Первый показывает реакцию генотипа на изменение условий выращивания, второй характеризует стабильность сорта в различных условиях среды. Методика апроби-

рована в исследованиях многих авторов [8, 9, 13, 14, 15]. Эти показатели в данной работе рассчитаны по признаку «урожайность».

Сорта по коэффициенту регрессии (b_i) делят на категории:

$b_i > 1$ – интенсивного типа, отличаются высокой отзывчивостью на улучшение условий возделывания, однако в неблагоприятные по погодным условиям годы резко снижают урожайность;

$b_i < 1$ – нейтрального типа, лучше использовать на экстенсивном фоне, где при минимуме затрат сорт даст максимум отдачи;

$b_i = 0$ – не реагирующие на изменения среды [13, 14, 15, 16].

Метеоусловия в годы изучения описаны по данным метеопоста ВНИИСПК. Гидротермические показатели в период с апреля по июнь определяют условия опыления, завязывания ягод и формирования урожая (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристика погодных условий в годы исследований /
Table 2 – Characteristics of weather conditions during the years of research

Месяц / Month	Декада / Decade	Температура воздуха, °C / Air temperature, °C			Осадки, мм / Precipitation, mm			ГТК / HTC		
		2023 г.	2024 г.	2025 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
Апрель / April	I	7,4	9,5	5,1	0,0	0,0	32,6	-	-	-
	II	8,6	9,7	9,4	0,0	33,5	1,2			
	III	9,8	9,3	12,3	26,6	22,1	3,1			
Май / May	I	7,8	8,6	10,3	3,7	36,3	2,5	0,24	1,29	0,19
	II	13,3	8,7	11,2	0,4	5,8	5,5			
	III	14,9	16,5	19,4	4,9	3,6	0,0			
Июнь / June	I	14,6	18,9	19,2	1,3	3,2	39,3	0,77	1,05	2,57
	II	16,7	19,1	15,8	1,5	29,9	44,1			
	III	16,5	18,2	15,2	34,0	25,9	45,6			
Июль / July	I	19,5	22,2	20,8	5,0	30,0	1,7	1,05	0,68	0,47
	II	17,5	22,6	22,8	11,6	5,0	6,2			
	III	18,1	18,9	21,4	43,0	9,9	23,5			

Во все годы исследований весной наблюдали значительные температурные перепады (наиболее сильные в 2025 г.) и возвратные майские заморозки, вызывавшие повреждение

генеративных органов смородины и дальнейшее осыпание завязи, что снизило урожайность культуры.

²Князев С. Д., Баянова Л. В. Смородина, крыжовник и их гибриды. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Под общ. ред. Е. Н. Седова, Т. П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 351–374.

³Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Результаты и их обсуждение. Ввиду действия возвратных заморозков и неравномерного распределения осадков в годы исследований, погодные условия нельзя назвать благоприятными для произрастания смородины черной, что в целом позволило более точно оценить показатели пластичности

и стабильности, а также выделить лучшие адаптивные сорта смородины черной.

Погодные условия в 2023 г. оценивались как удовлетворительные ($I_i = 0,54$), в 2024-2025 гг. – как менее благоприятные ($I_i = -0,12$ и $-0,42$), средняя урожайность по сортам (Y_j) на участке составила 5,55; 4,88 и 4,59 т/га соответственно (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность и пластичность сортов смородины черной /
Table 3 – Yield and plasticity of black currant cultivars

Сорт / Cultivar	Урожайность, т/га / Yield, t/ha			Y_i	CV, %	b_i
	2023 г.	2024 г.	2025 г.			
‘Орловская серенада’ (к) / ‘Orlovskaya Serenada’ (k)	6,25	3,50	8,40	6,05	40,60	1,04
‘Бинар’ / ‘Binar’	4,00	10,20	5,60	6,57	48,77	1,73
‘Шаман’ / ‘Shaman’	8,50	5,00	5,75	6,42	28,72	2,10
‘Журавушка’ / ‘Zhuravushka’	7,50	10,50	4,00	7,34	44,13	1,40
‘Канахама’ / ‘Kanakhama’	5,50	8,40	6,30	6,73	22,24	0,90
‘Стрелец’ / ‘Strelets’	4,90	7,00	7,00	6,30	19,96	1,58
‘Августинка’ / ‘Avgustinka’	6,00	4,90	5,20	5,36	10,68	0,62
‘Нежданчик’ / ‘Nezhdanchik’	5,75	5,25	2,80	4,60	34,32	1,67
‘Юлиан’ / ‘Julian’	2,50	2,10	2,88	2,49	15,55	0,14
‘Аркадия’ / ‘Arcadia’	7,50	2,10	4,60	4,73	57,09	2,44
‘Вымпел’ / ‘Vympel’	4,50	6,30	4,00	4,94	24,28	0,03
‘Добрый Джинн’ / ‘Dobry Ginn’	6,75	2,10	4,00	4,29	54,44	2,22
‘Удалец’ / ‘Udalets’	4,50	9,80	2,40	5,57	68,33	0,28
‘Руслан’ / ‘Ruslan’	5,00	7,00	3,50	5,17	33,96	0,50
‘Жемчужина’ / ‘Zhemchuzhina’	3,50	7,70	4,20	5,13	43,83	1,05
CV, %	29,62	47,21	35,48	22,11	-	-
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,57	0,63	0,48	0,23	-	-
Y_j	5,55	4,88	4,59	5,01	-	-
I_j	0,54	-0,12	-0,42	-	-	-

Примечания: CV, % – коэффициент вариации признака; Y_i – средняя урожайность сорта за годы исследований; b_i – коэффициент линейной регрессии; Y_j – средняя урожайность по сортам на участке в каждый год исследования; I_j – индекс среды для каждого года исследований /

Notes: CV, % – trait variation coefficient; Y_i – the average yield of the cultivar over the years of research; b_i – regression coefficient; Y_j – average yield of cultivars per plot in each year of the study; I_j – the environment index for each year of research

Основной характеристикой сорта является его урожайность, поэтому оценка экологической пластичности и стабильности сортов проведена именно по данному признаку. Урожайность сортов в годы исследований варьировала от 2,1 (Юлиан, Аркадия, Добрый Джинн) до 10,5 т/га (Журавушка). Наибольший размах варьирования признака отмечен у сорта Удалец ($CV = 68,33\%$), наименьший – у Августинка

($CV = 10,68\%$). В 2023 г. достоверно превышали контроль по урожайности сорта Шаман и Журавушка, в 2024 г. – Бинар, Шаман, Журавушка, Канахама, Стрелец, а в 2025 г. у контрольного сорта Орловская серенада зафиксирована наибольшая урожайность в изучаемой выборке. Коэффициент вариации по годам исследования превышал 33 %, что свидетельствует о большом разбросе данных, однако по

средней урожайности данный показатель составил 22,11 %, таким образом, найденная средняя может представлять всю статистическую совокупность и считаться ее типичной характеристикой. За 3 года исследований достоверно превысили контроль 5 сортов: Бинар, Шаман, Журавушка, Канахама, Стрелец. Для дальнейшей оценки экологической пластичности и стабильности для сортов рассчитан коэффициент линейной регрессии, который показывает, насколько сильно изменяется величина урожая при изменении индекса среды на единицу.

Контрольный сорт Орловская серенада и сорта Жемчужина, Канахама с показателем b_i , близким к 1, характеризуются полным соответствием условиям выращивания и их изменениям.

К сортам интенсивного типа ($b_i > 1$) из изученной выборки относятся Бинар, Шаман, Журавушка, Стрелец, Нежданчик, Аркадия, Добрый Джинн, а нейтрального ($b_i < 1$) – Юлиан, Августинка, Удалец, Руслан.

Сорт Вымпел показал отсутствие реакции на изменения условий среды ($b_i \approx 0$).

На основании этого показателя выделены сорта с высокими значениями урожайности (от 6,60 до 7,34 т/га) и экологической пластичности ($b_i > 1$): Бинар, Шаман, Журавушка, Стрелец, при этом наиболее высокий уровень пластичности отмечен у сорта Шаман (2,20).

Для вычисления показателя стабильности по урожайности рассчитали теоретическую урожайность для каждого сорта в отдельности в зависимости от условий среды (табл. 4).

Таблица 4 – Теоретическая урожайность сортов смородины черной, т/га /
Table 4 – Theoretical yield of black currant cultivars, t/ha

<i>Copt / Cultivar</i>	2023 г.	2024 г.	2025 г.
‘Орловская серенада’ (к) / ‘Orlovskaya Serenada’ (k)	6,61	6,17	6,49
‘Бинар’ / ‘Binar’	7,61	6,82	7,38
‘Шаман’ / ‘Shaman’	7,53	6,66	7,28
‘Журавушка’ / ‘Zhuravushka’	8,10	7,51	7,93
‘Стрелец’ / ‘Strelets’	7,22	6,84	7,11
‘Канахама’ / ‘Kanakhama’	7,22	6,55	7,03
‘Августинка’ / ‘Avgustinka’	5,70	5,43	5,62
‘Нежданчик’ / ‘Nezhdanchik’	5,51	4,80	5,30
‘Юлиан’ / ‘Julian’	2,57	2,51	2,55
‘Аркадия’ / ‘Arcadia’	6,06	5,03	5,76
‘Вымпел’ / ‘Vympel’	4,96	4,95	4,95
‘Добрый Джинн’ / ‘Dobry Ginn’	5,50	4,56	5,22
‘Удалец’ / ‘Udalets’	5,72	5,61	5,69
‘Руслан’ / ‘Ruslan’	5,44	5,23	5,38
‘Жемчужина’ / ‘Zhemchuzhina’	5,70	5,23	5,57

Используя полученные данные, вычислили значения экологической стабильности σ_d^2 (табл. 5).

Значения среднего квадратического отклонения сортов (σ_d^2) варьировали значительно ($CV = 60,94\%$) и находились в пределах 0,31 (Юлиан) – 29,12 (Удалец). Чем выше значение этого параметра, тем сорт более экологически

нестабилен. Сравнение значений σ_d^2 выявило наиболее стабильные в данной выборке сорта Августинка, Юлиан и Вымпел (0,81, 0,31 и 2,88 соответственно), однако урожайность данных сортов не превышала контрольный. Из урожайных сортообразцов наиболее стабильными были Шаман, Канахама и Стрелец (8,46; 5,28; 5,41 соответственно).

Таблица 5 – Экологическая стабильность сортов смородины черной /
Table 5 – Ecological stability of black currant cultivars

Сорт / Cultivar	Отклонение фактической урожайности от теоретической, ц/га / Deviation of the actual yield from the theoretical yield, t/ha			σ_d^2
	2023 г.	2024 г.	2025 г.	
‘Орловская серенада’ (к) / ‘Orlovskaya Serenada’ (k)	-0,36	-2,99	1,91	12,71
‘Бинар’ / ‘Binar’	-3,61	2,82	-1,78	21,15
‘Шаман’ / ‘Shaman’	0,97	-2,28	-1,53	8,46
‘Журавушка’ / ‘Zhuravushka’	-0,60	2,57	-3,00	22,22
‘Канахама’ / ‘Kanakhama’	-1,72	1,29	-0,81	5,28
‘Стрелец’ / ‘Strelets’	-2,32	-0,03	0,16	5,41
‘Августинка’ / ‘Avgustinka’	0,30	-0,72	-0,44	0,81
‘Нежданчик’ / ‘Nezhdanchik’	0,24	-0,05	-2,50	6,32
‘Юлиан’ / ‘Julian’	-0,07	-0,45	0,32	0,31
‘Аркадия’ / ‘Arcadia’	1,44	-3,66	-1,16	16,80
‘Вымпел’ / ‘Vympel’	-0,46	1,35	-0,93	2,88
‘Добрый Джинн’ / ‘Dobry Ginn’	1,25	-3,12	-1,20	12,77
‘Удалец’ / ‘Udalets’	-1,22	4,11	-3,27	29,12
‘Руслан’ / ‘Ruslan’	-0,44	1,62	-1,88	6,35
‘Жемчужина’ / ‘Zhemchuzhina’	-2,20	2,13	-1,37	11,26
CV, %	-	-	-	60,94

* σ_d^2 – среднее квадратическое отклонение от теоретической линии регрессии (экологическая стабильность сорта) /
 σ_d^2 – environmental stability index based on deviation from regression

Согласно используемой методике, оптимальным считается сочетание параметров: значение коэффициента регрессии b_i , равное или близкое к 1, и как можно меньшее значение параметра экологической стабильности σ_d^2 (минимальное отклонение от теоретической линии регрессии). Заданному сочетанию удовлетворяет сорт Канахама ($b_i = 0,9$ и $\sigma_d^2 = 5,28$), стабильно урожайный ($Y_i = 6,73$, $CV = 22,24\%$), представляющий интерес в качестве источника при селекции стабильных по продуктивности сортов.

Выводы.

1. При изучении 14 интродуцированных сортов смородины черной из БРК ВНИИСПК в условиях Орловской области (ЦЧР) по средней урожайности за три года исследований выделены 5: Бинар, Шаман, Журавушка, Канахама, Стрелец, которые существенно превысили значения контрольного сорта Орловская Серенада.

2. К сортам интенсивного типа относятся Бинар, Шаман, Журавушка, Стрелец, Нежданчик, Аркадия, Добрый Джинн, при этом наиболее высокий уровень пластичности отмечен у сорта Шаман. Сорта нейтрального типа – Юлиан, Августинка, Удалец, Руслан. Сорт Вымпел показал отсутствие реакции на изменения погодных условий. Контрольный сорт Орловская серенада и сорта Жемчужина, Канахама характеризуются полным соответствием условиям выращивания и их изменениям.

3. Наиболее высокая экологическая стабильность, при урожайности ниже контроля, отмечена у сортов Августинка, Юлиан, Вымпел; высокая урожайность и достаточно высокая стабильность характерна для сортов Шаман, Канахама и Стрелец.

4. Сорт Канахама характеризуется оптимальным сочетанием статистических параметров, что позволяет считать его стабильно урожайным и перспективным источником в селекции на стабильную продуктивность.

Список литературы

1. Велибекова Л. А. Обеспечение населения России отечественной плодово-ягодной продукцией. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2023;(4):157–171. DOI: <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-4-157-171> EDN: BQIKXX
2. Акимов М. Ю., Жбанова Е. В. Ягодные культуры как источники функциональных ингредиентов для индустрии здорового питания. Плодоводство. 2025;37:203–208. Режим доступа: <https://fruit.belal.by/jour/article/view/788>
3. Князев С. Д., Келдибекова М. А., Товарицкая М. В. Сравнительная оценка новых сортов смородины чёрной селекции ВНИИСПК. Вестник аграрной науки. 2017;(5):36–40. DOI: <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2017.5.36> EDN: ZUFLRL
4. Чеботок Е. М. Пополнение сортимента чёрной смородины для Волго-Вятского региона. Современное садоводство. 2020;(1):10–15. DOI: <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2020-10102> EDN: FNXXIV
5. Pereira H. S., Alvares R. C., Silva F. C., de Faria L. C., Melo L. C. Genetic, environmental and genotype x environment interaction effects on the common bean grain yield and commercial quality. Semina: Ciencias Agrarias. 2017;38(3):1241–1250. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n3p1241>
6. Батакова О. Б., Корелина В. А. Оценка урожайности, пластичности и стабильности образцов ярового ячменя в условиях Европейского Севера РФ. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2021;16(2):118–128. DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2021-16-2-118-128> EDN: MMEEXB
7. Admas S., Tesfaye K. Genotype-by-environment interaction and yield stability analysis in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes in North Shewa, Ethiopia. Acta Universitatis Sapientiae. Agriculture and Environment. 2017;9(1):82–94. DOI: <https://doi.org/10.1515/ausae-2017-0008>
8. Децына А. А., Илларионова И. В., Щербинина В. О. Расчет параметров экологической пластичности и стабильности масличных сортов подсолнечника селекции ВНИИМК. Масличные культуры. 2020;(3(183)):31–38. DOI: <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2020-3-183-31-38> EDN: LHQPVA
9. Потанин В. Г., Алейников А. Ф., Стёпочкин П. И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014;18(3):548–552. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22479667> EDN: SXXZLT
10. Фокин С. А., Куркова И. В. Оценка экологической пластичности яровой пшеницы сорта ДальГАУ 1 в зависимости от применения микроудобрений. Вестник Курганской ГСХА. 2023;(3(47)):13–19. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=56178507> EDN: GIZULX
11. Неброй К. Ю. Современные направления селекционных исследований культуры смородины чёрной и возможные пути их реализации. Современное садоводство. 2023;(1):15–30. DOI: https://doi.org/10.52415/23126701_2023_0102 EDN: UOVXHV
12. Зыкин В. А., Белан И. А. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка). Уфа, 2011. 97 с.
13. Сазонов Ф. Ф. Оценка сортов смородины черной селекции ФГБНУ ФНЦ Садоводства по статистическим показателям адаптивности. Вестник КрасГАУ. 2024;(11):64–70. DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-11-64-70> EDN: CCWZDV
14. Гасымов Ф., Галимов В., Лёзин М. Экологическая пластичность сортов вишни в условиях Южного Урала. 3i: intellect, idea, innovation-интеллект, идея, инновация. 2022;(1):17–23. DOI: https://doi.org/10.52269/22266070_2022_1_17 EDN: YLAKPN
15. Дахно Т. Г., Дахно О. А. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов земляники крупноплодной по продуктивности и качеству плодов. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021;(3):40–43. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/3/40-43> EDN: JNCVTT
16. Васильев А. А., Гасымов Ф. М. Экологическая пластичность сортов сливы в условиях Челябинской области. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019;180(2):25–29. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-25-29> EDN: GCVJHA

References

1. Velibekova L. A. Providing the population of Russia with domestic fruit and berry products. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2023;(4):157–171. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-4-157-171>
2. Akimov M. Yu., Zhibanova E. V. Berry crops as sources of functional ingredients for the healthy food industry. *Plodovodstvo* = *Fruit Growing*. 2025;37:203–208. (In Russ.). URL: <https://fruit.belal.by/jour/article/view/788>
3. Knyazev S. D., Keldibekova M. A., Tovarnitskaya M. V. Comparative evaluation of new varieties of black currant breeding all Russian research institute of fruit crop breeding. *Vestnik agrarnoy nauki* = *Bulletin of agrarian science*. 2017;(5):36–40. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2017.5.36>
4. Chebotok E. M. Popolneniye sortimenta chërnoy smorodiny dlya Volgo-Vyatskogo regiona. *Sovremennoye sadovodstvo* = *Cotemporary horticulture*. 2020;(1):10–15. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2020-10102>

5. Pereira H. S., Alvares R. C., Silva F. C., de Faria L. C., Melo L. C. Genetic, environmental and genotype x environment interaction effects on the common bean grain yield and commercial quality. *Semina: Ciencias Agrarias*. 2017;38(3):1241–1250. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n3p1241>
6. Batakova O. B., Korelina V. A. Assessment of yield, plasticity and stability of spring barley cultivars grown in the European North of the Russian Federation. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo* = RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. 2021;16(2):118–128. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2021-16-2-118-128>
7. Admas S., Tesfaye K. Genotype-by-environment interaction and yield stability analysis in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes in North Shewa, Ethiopia. *Acta Universitatis Sapientiae. Agriculture and Environment*. 2017;9(1):82–94. DOI: <https://doi.org/10.1515/ausae-2017-0008>
8. Detsyna A. A., Illarionova I. V., Shcherbinina V. O. Calculation of parameters of ecological plasticity and stability of oil sunflower varieties bred in VNIIMK. *Maslichnyye kul'tury* = Oil crops. 2020;(3(183)):31–38. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2020-3-183-31-38>
9. Potanin V. G., Aleynikov A. F., Stepanchik P. I. A new approach to estimation of the ecological plasticity of plant varieties. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2014;18(3):548–552. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22479667>
10. Fokin S. A., Kurkova I. V. Assessment of the ecological plasticity of spring wheat of the DalGAU 1 variety depending on micronutrient application. *Vestnik Kurganskoy GSKHA*. 2023;(3(47)):13–19. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=56178507>
11. Nebroy K. Yu. Modern directions in black currant breeding research and possible ways of their implementation. *Sovremennoye sadovodstvo* = Contemporary horticulture. 2023;(1):15–30. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.52415/23126701_2023_0102
12. Zykin V. A., Belan I. A. Ecological plasticity of agricultural plants (methodology and assessment). Ufa, 2011. 97 p.
13. Sazonov F. F. Evaluation of black currant breeding cultivars of the FSBSO FSC of horticulture according to statistical adaptability indicators. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2024;(11):64–70. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-11-64-70>
14. Gasymov F., Galimov V., Lezin M. Ekologicheskaya plastichnost' sortov vishni v usloviyakh Yuzhnogo Urala. 3i: *intellect, idea, innovation-intellekt, ideya, innovatsiya*. 2022;(1):17–23. (In Kazakhstan). DOI: https://doi.org/10.52269/22266070_2022_1_17
15. Dakhno T. G., Dakhno O. A. Assessment of a large-fruited strawberry varieties ecological plasticity and stability in terms of productivity and fruit quality. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Vestnik of the Russian agricultural science. 2021;(3):40–43. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/3/40-43>
16. Vasiliev A. A., Gasymov F. M. Environmental plasticity of various plum cultivars under the conditions of Chelyabinsk province. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii* = Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2019;180(2):25–29. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-25-29>

Вклад авторов: Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Сведения об авторах

✉ **Келдибекова Маргарита Александровна**, кандидат с.-х. наук, ученый секретарь, старший научный сотрудник лаборатории селекции и сортоизучения смородины, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», д. Жилина, Орловский м/о, Орловская область, Российская Федерация, 302530, e-mail: ivfo@vniispk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6583-1572>, e-mail: keldibekova@orel.vniispk.ru

Князев Сергей Дмитриевич, доктор с.-х. наук, профессор, директор, главный научный сотрудник лаборатории селекции и сортоизучения смородины, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», д. Жилина, Орловский район, Орловская область, Российская Федерация, 302530, e-mail: ivfo@vniispk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5170-7274>

Author contributions: All authors contributed equally to the preparation of the publication.

Information about the authors

✉ **Margarita A. Keldibekova**, PhD in Agricultural Science, Scientific Secretary, senior researcher, the Laboratory of Breeding and Variety Study of Currants, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina village, Orel municipal district, Orel region, Russian Federation, 302530, e-mail: info@vniispk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6583-1572>, e-mail: keldibekova@orel.vniispk.ru

Sergey D. Knyazev, DSc in Agricultural Science, professor, Director, chief researcher, the Laboratory of Breeding and Variety Study of Currants, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina village, Orel municipal district, Orel region, Russian Federation, 302530, e-mail: info@vniispk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5170-7274>

✉ – Для контактов / Corresponding author