

Оценка сортообразцов малины по компонентам продуктивности

© 2025. М. А. Подгаецкий ✉, С. Н. Евдокименко

ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», г. Москва, Российская Федерация

Проведена работа по оценке сортообразцов малины по продуктивности, ее стабильности по годам исследований и выявлению компонентов, вносящих наибольший вклад в повышение урожайности в условиях Брянской области. Изучение проводили в 2022–2024 гг. Объекты исследований – 21 сортообразец малины 2020 года посадки. Учеты биологической продуктивности сортообразцов и ее компонентов, статистическую обработку данных проводили общепринятыми методами. Результаты дисперсионного анализа за период исследований по компонентам продуктивности сортов и отборных форм указывают на наличие достоверных различий по влиянию сорта, года, а также их взаимодействия. Не выделено сортообразцов-источников комплекса элементов продуктивности высокого уровня, который стабильно проявляется по годам исследований. Наибольшее количество плодоносящих стеблей на куст (5,6 шт.) формировала отборная форма № 8-6-3 (Россия) с генотипическим контролем показателя (70,0 %). Длинные латералы (более 20 см) отмечены у сортов Балзам, Скромница и отбора 6-125-4 (Россия) с высокой долей контроля признака генотипом (41,9–56,7 %). Источниками повышенного числа латералов на стебле (21,6–27,0 шт.) являются сорта Лавина, Гусар, Балзам и отбор 8-6-3 (Россия) с влиянием генотипа на проявление показателя от 52,6 до 85,5 %. Наибольшее количество ягод на латерал (14,4 шт.) с наименьшей вариабельностью по годам (25,0 %) формирует отборная форма 2-90-3 (Россия). Крупноплодностью (3,6–4,3 г) и стабильным проявлением признака по годам исследования (6,3–31,0 %) отличились интродуцированные сорта Glen Magna, Glen Ample (Великобритания), Sokolica (Польша), а также генотипы российской селекции Лавина и 6-125-3 с генетическим контролем показателя на уровне 65,3–93,8 %. Корреляционный анализ позволил установить, что вклад компонентов продуктивности в общий урожай различается и варьирует в зависимости от условий внешней среды, поэтому отбор высокопродуктивных растений в потомстве малины необходимо проводить по всем компонентам и вести селекционный процесс на повышение уровня каждого из них.

Ключевые слова: *Rubus idaeus* L., сорт, биологическая продуктивность, количество плодоносящих побегов, количество латералов, длина латералов, число ягод на латерал, средняя масса одной ягоды

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства» (тема № FGUW 2021-0003).

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

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Подгаецкий М. А., Евдокименко С. Н. Оценка сортообразцов малины по компонентам продуктивности. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2025;26(2):251–261. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.2.251-261>

Поступила: 11.02.2025

Принята к публикации: 19.03.2025

Опубликована онлайн: 29.04.2025

Evaluation of raspberry cultivar samples by productivity components

© 2025. Maxim A. Podgaetsky ✉, Sergey N. Evdokimenko

Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Moscow, Russian Federation

The study has been carried out to evaluate raspberry cultivar samples by productivity, its stability over the years of the research and to identify the components that make the greatest contribution to increasing yields in the conditions of the Bryansk region. The study was conducted in 2022–2024. The objects of the research were 21 raspberry cultivar samples planted in 2020. The biological productivity accounting of cultivar samples and its components, statistical processing of data was carried out using generally accepted methods. The results of the analysis of variance for the period of the research by the productivity components of cultivars and selected forms indicate the presence of reliable differences in the influence of cultivar, year, as well as their interaction. No cultivar samples have been identified as sources of a complex of high-level productivity elements that are consistently evident over the years of the research. The highest number of fruit-bearing stems per bush (5.6 pieces) was formed by selected form No. 8-6-3 (Russia) with genotypic control of the index (70.0 %). The long laterals (more than 20 cm) were noted in cultivars 'Balzam', 'Skromnitsa' and selection 6-125-4 (Russia) with a high degree of trait control by genotype (41.9–56.7 %). The sources of increased number of laterals on the stem (21.6–27.0 pieces) were cultivars 'Lavina', 'Gusar', 'Balzam' and selection 8-6-3 (Russia) with the influence of genotype on the manifestation of the index from 52.6 to 85.5 %. The highest number of berries per lateral (14.4 pieces) with the lowest variability by years (25.0 %) is formed by selected form 2-90-3 (Russia). The introduced cultivars 'Glen Magna', 'Glen Ample' (Great Britain), 'Sokolica' (Poland), as well as the genotypes of Russian breeding 'Lavina' and 6-125-3 with genetic control of the indicator at the level of 65.3–93.8 % were distinguished by large-fruitfulness (3.6–4.3 g) and stable manifestation of the trait over the years of the research (6.3–31.0 %). Correlation analysis allowed to establish that the contribution of productivity components to the total yield is different and varies

depending on environmental conditions, so the selection of highly productive plants in raspberry progeny should be carried out for all components and breeding process to increase the level of each of them.

Keywords: *Rubus idaeus* L., cultivar, biological productivity, number of fruiting shoots, number of laterals, length of laterals, number of berries per lateral, average mass of berries

Acknowledgments: the research was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery (theme No. 0432-2021-0003).

The authors are grateful to reviewers for their contribution to expert assessment of the work.

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

For citations: Podgaetsky M. A., Evdokimenko S. N. Evaluation of raspberry cultivars by productivity components. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2025;26(2):251–261. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.2.251-261>

Received: 11.02.2025

Accepted for publication: 19.04.2025

Published online: 29.04.2025

В последнее время селекционеры особое внимание уделяют качественным показателям плодов малины, их пищевой и диетической ценности. Однако продуктивность растений остается одним из приоритетных направлений селекции [1].

За счет реализации селекционных программ по малине созданы сорта с высокой биологической продуктивностью 5–8 кг/куст и потенциальной урожайностью до 42 т/га [2, 3], а по сообщениям А. Дейл (A. Dale) [4] – до 66 т/га. Потенциал этот реализуется при объединении в одном генотипе высоких уровней компонентов продуктивности: массы плодов, количества их на латерале, количества латералов на стебле и числа плодоносящих стеблей на погонный метр или куст [5]. Однако проявление признака зависит не только от генотипа, но и окружающей среды, а также взаимодействия генотип×среда [6, 7], поэтому в производственных условиях не удастся достичь даже 50 % ожидаемых результатов. Зимние повреждающие факторы, весенние заморозки, повышенные среднесуточные температуры, длительные засухи, наряду со снижением количества осадков в летний период, негативно воздействуют на физиологические процессы растения и приводят к нестабильности плодоношения [8], в результате чего фактическая урожайность нередко снижается до 4–6 т/га [9, 10].

Для устойчивого производства ягод необходимо совершенствовать сортимент генотипами, адаптированными к климатическим условиям выращивания, способными противостоять стрессорам внешней среды и давать высокие и стабильные урожаи [11], что положительно отразится на экономической эффективности [12]. В селекционном процессе для достижения необходимых результатов очень важным является правильный подбор роди-

тельских пар, от которых зависит генотипическое и фенотипическое проявление признаков у потомства [6].

В литературе имеются противоречивые сведения о компонентах продуктивности, вносящих наибольший вклад в повышение урожайности малины. М. Д. Гонсалес (M. D. González) [13] установил сильную положительную корреляцию продуктивности малины от высоты плодоносящего стебля ($r = 0,73$) и среднюю зависимость от количества узлов ($r = 0,49$). При этом количество латералов ($r = 0,14$), их длина ($r = 0,11$) и масса ягод ($r = 0,03$) не оказывают значительного влияния. Наоборот, П. Младин и Г. Младин (P. Mladin, G. Mladin) [14] сообщили, что главными компонентами, формирующими общую продуктивность растений, являются длина плодовых веточек, количество плодов на стебель и их масса. По исследованиям А. Радович с соавт. (A. Radovich et al.) [15], наиболее тесная связь продуктивности наблюдается с массой плода, его длиной и шириной, количеством латералов на стебель, их длиной и количеством генеративных органов. Сильная положительная корреляция между продуктивностью и массой ягод отражена в работах Ф. Ф. Адамень и др. ($r = 0,86$) [16] и Е. В. Аминовой с коллегами ($r = 0,85$) [17]. В работе Эм. Дж. Стивенса и др. (M. J. Stephens et al.) [18] сообщается, что все компоненты продуктивности вносят свой вклад в повышение урожайности. Отбор высокопродуктивных генотипов на ранних стадиях развития растений П. М. Марчи с соавт. (P. M. Marchi et al.) [19] предлагает проводить по суммарной площади листьев с растения.

Цель исследования – оценить сортообразцы малины по продуктивности и стабильности этого признака по годам исследований, выявить компоненты, вносящие наибольший вклад в повышение урожайности.

Научная новизна – выявлены генетические источники стабильно высокого проявления отдельных компонентов продуктивности, независимо от условий вегетации, для включения в селекционный процесс *Rubus idaeus*. Установлено, что в формировании урожая малины участвуют все компоненты продуктивности в разной степени и доля их участия зависит от сложившихся погодных условий.

Материал и методы. Исследования проводили на коллекционном участке и участке первичного изучения Кокинского опорного пункта ФГБНУ ФНЦ Садоводства (Брянская область) в 2022–2024 гг. Объекты исследований – 21 сортотип малины 2020 года посадки: Пересвет, Иван Купала, Вольница, Гусар, Лавина, Бальзам, Улыбка, Скромница (Россия); Chemainus (Канада); Glen Magna, Glen Ample, Octavia (Великобритания); Lazcka, Sokolica (Польша); Tadmor (Новая Зеландия); №19-15-6, 6-125-4, 6-125-3, 1-188-1, 2-90-3, 8-6-3 (Россия).

Учет биологической продуктивности проводили согласно методическим указаниям¹. Изучение нагрузки стебля плодами осуществляли путем подсчета количества латералов на стебле и среднего числа ягод на одну плодую веточку. Среднюю массу одной ягоды определяли на электронных весах SCC-750 путем

взвешивания не менее 100 плодов. Исследования проводили в трехкратной повторности.

Влияние на продуктивность растений малины факторов «генотип», «год» и их взаимодействия оценивали с помощью дисперсионного анализа². Зависимость продуктивности от составляющих компонентов определяли корреляционным анализом. Расчеты выполняли с помощью надстройки AgCStat к программе Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. Температурный режим и степень влагообеспечения по годам исследований значительно различались, что оказывало влияние на продуктивность растений малины.

Температуры в мае 2022 года были ниже климатической нормы в среднем на 1,3 °С (рис. 1), вследствие чего наблюдали задержку фенологических фаз развития малины на 10–14 дней. Однако повышение температуры в июне наряду с умеренным увлажнением способствовали обильному цветению и формированию урожая хорошего качества. Все генотипы отечественной селекции сформировали более 20 латералов на плодоносящий стебель. Сорта зарубежной селекции, ввиду низкой зимостойкости, образовывали 12–19 плодовых веточек на стебель. Нагрузка латерала плодами была максимальной за весь период исследований.

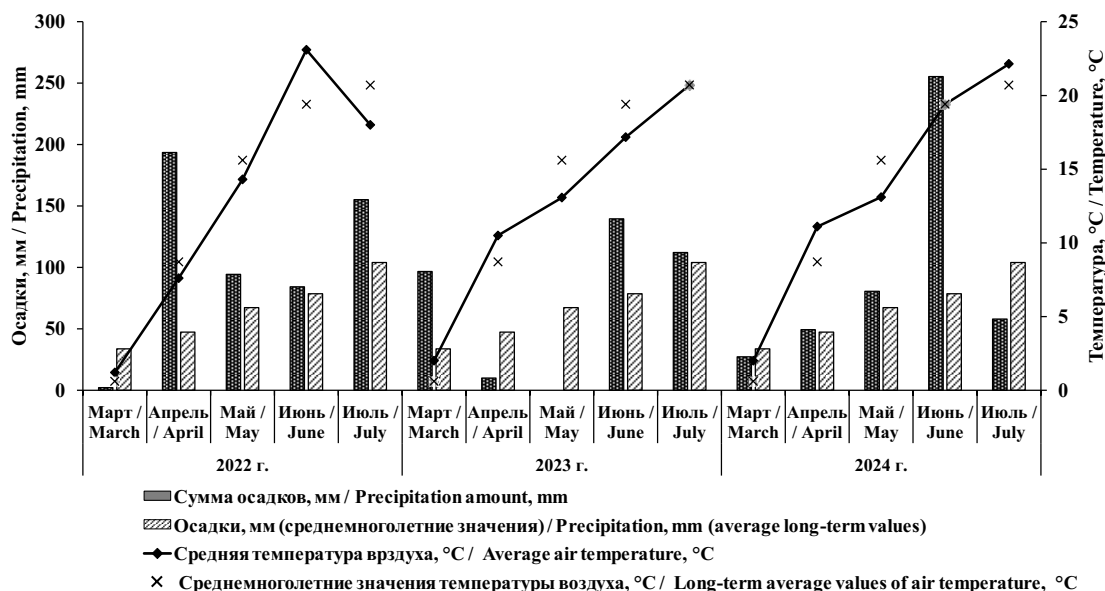


Рис. 1. Метеорологические условия периодов вегетации сортотипов малины (по данным метеостанции Брянского ГАУ) (2022–2024 гг.) /

Fig. 1. Meteorological conditions of vegetation periods of raspberry cultivar samples (according to the meteorological station of Bryansk State Agrarian University) (2022–2024)

¹ Казаков И. В., Грюнер Л. А., Кичина В. В. Малина, ежевика и их гибриды. В книге: Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл, 1999. С. 184–185.

² Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2011. 352 с.

Температурный режим апреля 2023 года способствовал более раннему наступлению фенологических фаз. Распускание почек и отращивание однолетних побегов отмечено с 19 апреля. Однако дальнейшее увеличение температуры воздуха, превышающей среднесуточные значения на 1,8 °С, наряду с отсутствием осадков в течение практически двух месяцев (апрель-май), замедлили рост и развитие растений. Кроме того, ночные заморозки 7 мая до -3,1 °С и 8 мая до -1,5 °С способствовали подмерзанию зачатков цветков. Так, у большинства сортов образцов (57,1 %) во время цветения (I декада

июня) были отмечены цветки с подмерзшими пестиками, а на сортах зарубежной селекции Chemainus и Tadmor обнаружены цветки с недоразвитыми тычинками или их отсутствием, что привело к общему уменьшению количества завязавшихся плодов на растение. Однако следует отметить, что снижение продуктивности компенсировалось некоторым увеличением массы ягод за счет повышения среднесуточных температур и обилия осадков в июне и июле. Гидротермический коэффициент в этот период находился в оптимальных значениях – 1,25 и 1,43 (рис. 2).

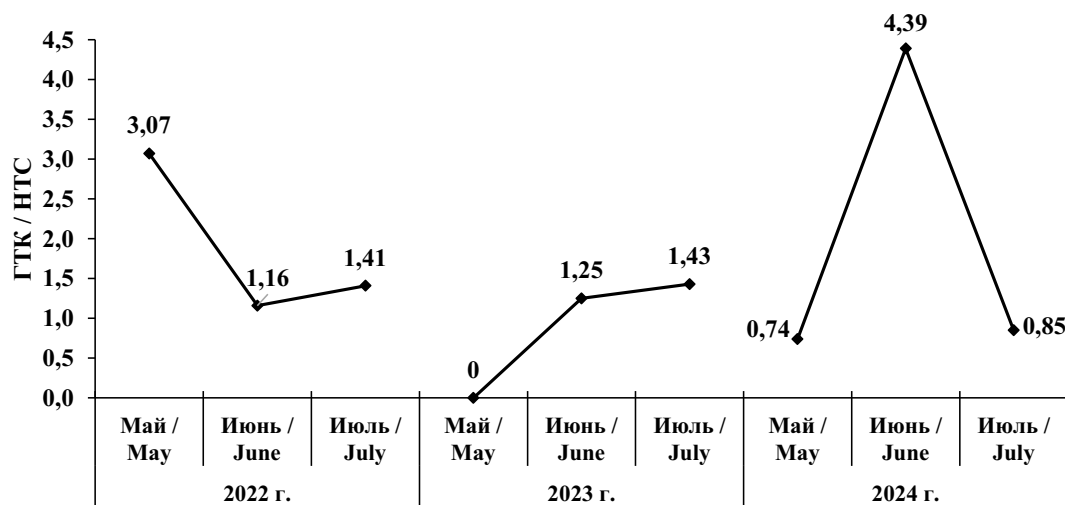


Рис. 2. Уровень влагообеспеченности периодов вегетации сортов образцов малины (по значениям гидротермического коэффициента – ГТК) (2022–2024 гг.) /

Fig. 2. Level of moisture availability during vegetation periods of raspberry cultivar samples (according to values of hydrothermal coefficient – HTC) (2022–2024)

Начало вегетации 2024 года было аналогично 2023 году. Повышенные среднесуточные температуры в марте, превышающие норму в среднем за месяц на 1,4 °С, способствовали раннему началу вегетации растений малины. Распускание почек отмечено в I декаде апреля, но заморозки 4 мая до -3,0 °С и 9 мая до -2,8 °С приостановили рост и развитие растений. В связи с этим, кроме подмерзания зачатков цветков малины, на многих сортах генетической коллекции отмечено повреждение листового аппарата и апикальной почки побегов замещения, что привело к их ветвлению. В этот год не выделено образцов с высокой нагрузкой латерала плодами, избыточное количество осадков в июне (255,3 мм) благоприятствовало интенсивному увеличению их размера. Тем не менее, в период созревания урожая большинства сортов образцов (I и II декады июля) отмечался дефицит влаги при высоких среднесуточных температурах до 26,4 °С. Сложившиеся условия привели к уменьшению уровня влагообеспеченности

(ГТК = 0,85), что способствовало снижению массы плодов сортов среднего и позднего сроков созревания. Характерная особенность таких ягод – повышенная прочность и концентрация растворимых сухих веществ.

Проведенный многофакторный дисперсионный анализ за период исследований всей совокупной выборки по компонентам продуктивности указал на наличие достоверных различий ($F_{факт.} > F_{табл.}$) влияния сорта (фактор А), года (фактор В), а также их взаимодействия (А×В) при уровне вероятности $P_{0,95}$ (табл. 1).

На компоненты продуктивности наибольшее существенное влияние оказывал фактор «генотип» и в меньшей степени – взаимодействие факторов «генотип×год» и условия года. Наименьшее влияние фактора А отмечено на показатель «число плодоносящих стеблей», при этом взаимодействие факторов составило значительную часть общего варьирования. Влияние факторов А×В достоверно (31,41 %), так как оно превосходит влияние случайных

факторов (30,70 %), которые формируют достаточно высокую долю и могут быть обусловлены

типом и плодородием почв, аэрацией, минеральным питанием и прочими условиями.

Таблица 1 – Результаты дисперсионного анализа по влиянию изучаемых факторов на компоненты продуктивности сортообразцов малины, % /

Table 1 – Results of dispersion analysis on the influence of the studied factors on the productivity components of raspberry cultivar samples, %

Компонент продуктивности / Productivity component	Фактор А (генотип) / Factor A (genotype)	Фактор В (год) / Factor B (year)	Взаимодействие факторов (А×В) / Interaction of factors (A×B)	Повторений / Repetitions	Случайное влияние / Accidental influence
Число плодоносящих стеблей / Number of fruiting stems	25,69	8,51	31,41	3,68	30,70
Число латералов на побег / Number of laterals per shoot	55,91	5,68	21,8	7,75	8,76
Длина латералов / Length of laterals	69,93	2,19	6,53*	0,74	20,61
Число ягод на латерал / Number of berries per lateral	44,99	13,22	30,16	2,30	9,33
Средняя масса ягод / Average mass of berries	52,13	0,66	19,27	25,78	2,15
Отношение дисперсий / Dispersion ratio	$F_{факт.} > F_{табл.}$	$F_{факт.} > F_{табл.}$	$F_{факт.} > F_{табл.}$	-	-

* $F_{факт.} < F_{табл.} / F_{actual} < F_{tabular}$

Наибольшее влияние фактора А обнаружено на показатель «длина латералов» (69,93 %), по фактору В отмечено незначительное варьирование, при этом взаимное влияние факторов (А×В) незначительное ($F_{факт.} < F_{табл.}$), что подтверждает постоянство генотипов. Высокая доля случайного влияния (20,61 %) может быть связана с агротехническими приемами, например, укорачиванием побегов для стимулирования роста латералов.

Количество латералов на побеге обусловлено сортовыми особенностями (55,91 %) и варьирует при взаимодействии генотипа с окружающей средой. Показатель, кроме влияния погодных условий, может изменяться в результате обрезки побегов, а также различных механических воздействий, приводящих к отламыванию плодовых веточек.

Несмотря на то, что количество ягод на латерале обусловлено генотипом (44,99 %), результаты анализа указывают на наличие существенных различий по взаимодействию факторов А×В, что свидетельствует о различиях проявления признака по повторениям в период исследований и может являться следствием возвратных заморозков в мае 2023 и 2024 гг., которые привели к гибели цветков.

Также анализ позволил установить, что средняя масса плодов контролируется генотипом (52,13 %) и в меньшей степени варьирует в зависимости от погодных условий. Кроме

того, отмечена вариабельность по повторениям (25,78 %), что может являться следствием снижения средней массы ягоды от первого сбора к последнему.

Для селекции на увеличение продуктивности растений в качестве родительских форм необходимо подбирать генотипы не только с высоким уровнем проявления показателя, но и со стабильностью его в различных условиях выращивания. В селекционном процессе использование форм с генетическим контролем показателей продуктивности значительно облегчит создание урожайных сортов. В связи с этим был проведен дисперсионный анализ компонентов продуктивности по каждому сорту отдельно.

Анализ количества плодоносящих стеблей на куст позволил установить наличие существенных различий между сортами и годами исследований (табл. 2). Размах изменчивости признака находился в пределах 3,0–5,6 шт/куст. Несмотря на то, что в среднем за период исследований наибольшим значением показателя отмечены сорт Скротница и отборные формы № 1-188-1, 2-90-3 и 8-6-3, формирующие среднее число побегов на куст (5,1–5,6 шт.), лишь у формы № 8-6-3 этот показатель в большей степени контролировался генотипом ($C_p = 70,0 \%$). У сорта Скротница и отборных форм № 1-188-1 и 2-90-3 влияние на проявление данного показателя оказали условия вегетационного периода ($C_v = 50,5–70,0 \%$).

Таблица 2 – Характеристика сортообразцов малины по отдельным морфоструктурным компонентам продуктивности (2022–2024 гг.) /

Table 2 – Characteristics of raspberry cultivar samples by individual morphostructural components of productivity (2022–2024)

Сорт, форма / Cultivar, form	Плодоносящие стебли / Fruiting stems			Латералы / Laterals					
	кол-во, шт/куст / number, pcs/bush	С _Р , %	С _У , %	длина, см / length, cm	С _Р , %	С _У , %	кол-во, шт/стебель / number, pcs/stem	С _Р , %	С _У , %
‘Glen Magna’	3,0	40,0	20,0	18,6	55,2	3,9	15,0	8,3	91,3*
Пересвет / ‘Peresvet’	3,0	8,3	58,3*	18,2	75,4	10,0	26,1	13,8	78,3*
‘Chemainus’	3,2	43,7	6,2	20,5	37,5	47,5	11,1	2,3	89,5*
‘Glen Ample’	3,4	4,8	91,7*	17,8	4,2	40,3*	12,3	54,4	23,3
‘Lazcka’	3,4	36,8	36,8	20,8	20,9	5,2	15,3	25,9	71,3*
Иван Купала / ‘Ivan Kupala’	3,4	2,2	93,5*	26,5	13,7	12,3	25,3	26,6	70,5*
Лавина / ‘Lavina’	3,8	8,9	39,2*	19,3	22,3	50,9*	21,0	65,9	19,6
‘Sokolica’	4,0	50,0	37,5	22,8	24,1	59,3*	16,9	66,2	24,4
Вольница / ‘Vol'nica’	4,1	31,8	4,5	21,6	60,7	32,2*	22,3	23,8	70,0*
Гусар / ‘Gusar’	4,2	8,0	55,7*	19,3	23,6	0,8	27,0	59,6	19,1
‘Tadmor’	4,3	3,3	83,3*	26,2	29,9	12,3	10,4	18,6	80,8*
19-15-6	4,3	25,0	25,0	19,7	19,0	52,9*	21,9	13,3	45,1*
Бальзам / ‘Bal'zam’	4,4	18,9	67,6*	20,4	56,7	10,0	22,2	52,6	20,7
6-125-4	4,4	83,8	10,8	21,9	41,9	16,3	23,7	12,4	37,3*
Улыбка / ‘Ulybka’	4,6	5,5	62,2*	19,3	29,1	65,5*	26,2	12,9	81,5*
6-125-3	4,8	95,7	1,4	20,7	39,2	50,3*	20,3	54,4	34,4
‘Octavia’	4,8	82,4	11,8	18,1	22,1	62,7*	18,4	12,7	2,9
1-188-1	5,1	10,0	70,0*	24,0	29,6	1,7	20,7	31,7	61,7*
Скромница / ‘Skromnica’	5,2	7,2	50,5*	21,0	52,9	14,2	27,4	13,8	20,8*
2-90-3	5,4	7,0	61,0*	16,9	18,7	70,6*	21,3	41,4	51,9*
8-6-3	5,6	70,0	20,0	17,6	8,2	16,9	21,6	85,5	5,5
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	1,56	-	-	2,82	-	-	3,97	-	-

Примечания: С_Р – влияние генотипа, С_У – влияние года, *F_{факт.} > F_{табл.} – существенные различия /

Notes: С_Р – influence of genotype, С_У – influence of year, *F_{actual} > F_{tabular} – significant differences

Увеличение длины латералов важно не только для повышения продуктивности, но и пригодности к машинной уборке традиционных (неремонтантных) сортов малины – ягоды с длинных латералов легче уловить комбайном. Длина плодовых веточек связана с их положением на стебле. Самые длинные образуются в нижней части стебля и уменьшаются к верхней. Средняя величина показателя за период исследований варьировала в пределах от 16,9 до 26,5 см. Выгодно отличались сорта Иван Купала, Tadmor и отборная форма 1-188-1, однако влияние генотипа (С_Р) на проявление признака у них незначительное (13,7–29,9 %)

и в большинстве своем обусловлено влиянием случайных факторов. Наибольший интерес для селекции на увеличение длины латералов представляют сорта Бальзам, Скромница и селекционная форма № 6-125-4, которые образуют плодовые веточки длиной более 20 см с высокой долей контроля признака генотипом (41,9–56,7 %) и несущественными различиями по годам исследований (10,0–16,3 %). Несмотря на то, что сорт Вольница формирует длинные латералы при контроле показателя, обусловленного влиянием генотипа (С_Р = 60,7 %), у него отмечена существенная вариабельность по годам исследований (С_У = 32,2 %).

Количество латералов на плодоносящем стебле напрямую зависит от его высоты, однако, при выращивании малины проводят прищипку однолетних побегов для лучшего их вызревания и повышения зимостойкости, а у оставленных на плодоношение побегов после зимы проводят укорачивание до хорошо развитой почки. Такой агроприем уменьшает количество латералов, и их величина остается зависимой от того, с какого узла от основания стебля они начинают образовываться.

Более 20 плодовых веточек на стебель как по годам исследований, так и в среднем за период изучения формировали сорта Бальзам, Вольница, Улыбка, Иван Купала, Лавина, Скромница, Гусар, Пересвет и отборы № 8-6-3, 19-15-6, 6-125-4, 2-90-3. Только у сортов Лавина, Гусар, Бальзам и № 8-6-3 отмечено высокое влияние генотипа ($C_P = 52,6\text{--}85,5\%$) на прояв-

ление показателя и несущественные различия между годами исследований ($C_V = 5,5\text{--}20,7\%$).

Дисперсионный анализ количества плодов на латерал позволил установить, что проявление признака в значительной степени обусловлено воздействием факторов периода вегетации (C_V), что стало следствием в мае 2023 и 2024 года возвратных заморозков. В исследуемый период не отмечено форм с высокой нагрузкой латералов плодами (табл. 3). Значительная часть сортообразцов (52,4 %) формировала 8,6–10,7 ягод на плодовой веточке. Наибольшее их количество образовали сорт Иван Купала (16,3 шт/латерал) и отборная форма № 2-90-3 (14,4 шт/латерал), при этом достаточно высокое влияние генотипа ($C_P = 48,4\%$) на проявление признака и несущественные различия между годами исследования прослеживались лишь у № 2-90-3 ($C_V = 25,0\%$).

Таблица 3 – Характеристика сортообразцов малины по нагрузке латерала ягодами и их средней массе (2022–2024 гг.) /
Table 3 – Characteristics of raspberry cultivar samples by lateral berry load and their average weight (2022–2024)

Сорт, форма / Cultivar, form	Число ягод на латерал / Number of berries per lateral			Средняя масса одной ягоды / Average weight of one berry		
	шт. / pcs.	C_P , %	C_V , %	г / g	C_P , %	C_V , %
‘Glen Magna’	9,5	28,6	42,9	4,3	91,0	6,3
Пересвет / ‘Peresvet’	10,4	20,9	67,0*	2,8	87,6	1,1
‘Chemainus’	10,4	0,1	99,7*	4,0	46,1	48,1*
‘Glen Ample’	11,3	4,4	92,5*	3,8	75,1	21,8
‘Lazcka’	10,7	25,9	44,4	4,7	56,4	41,8*
Иван Купала / ‘Ivan Kupala’	16,3	22,2	54,2	3,4	65,8	32,7*
Лавина / ‘Lavina’	11,6	1,6	95,3*	3,8	93,8	4,9
‘Sokolica’	9,9	1,7	32,8*	4,1	65,3	31,0*
Вольница / ‘Vol'nica’	11,4	9,5	71,2*	2,8	86,3	5,5
Гусар / ‘Gusar’	9,6	41,3	15,2	3,0	84,6	12,6*
‘Tadmor’	9,6	10,8	18,9	3,9	58,7	40,6*
19-15-6	11,1	24,3	62,1*	3,2	92,7	5,7
Бальзам / ‘Bal'zam’	8,9	4,0	72,6*	3,4	75,1	15,3
6-125-4	10,4	34,2	34,2	3,1	79,7	20,3*
Улыбка / ‘Ulybka’	8,6	23,2	52,4	2,8	83,2	16,2*
6-125-3	12,3	7,0	84,2*	3,6	68,4	25,0
‘Octavia’	12,3	8,3	89,3*	4,3	11,7	88,0*
1-188-1	11,9	8,0	77,0*	4,0	41,0	55,8*
Скромница / ‘Skromnica’	8,9	17,1	48,7	2,9	75,0	6,2
2-90-3	14,4	48,4	25,0	3,4	67,2	28,8*
8-6-3	13,1	10,0	70,0*	3,3	46,8	51,4*
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	1,72	-	-	0,22	-	-

Примечания: C_P – влияние генотипа, C_V – влияние года * $F_{\text{факт.}} > F_{\text{табл.}}$ – существенные различия /
Notes: C_P – influence of genotype, C_V – influence of year, * $F_{\text{actual}} > F_{\text{tabular}}$ – significant differences

По массе плодов отмечены значительные сортовые различия. Генотипы разделились на две равные группы: средние и крупные. Группу крупноплодных (средняя масса ягоды более 3,5 г) составили сорта Лавина, Glen Magna, Chemainus, Tadmor, Sokolica, Octavia, Lazcka, Glen Ample и отборные формы № 1-188-1, 6-125-3. У сортообразцов Лавина, Glen Magna, Glen Ample, № 6-125-3 отмечено значительное влияние генотипа на крупноплодность ($C_p = 65,3\text{--}93,8\%$), у остальных на проявление

этого показателя, кроме генотипа, существенное влияние оказали условия года.

Наибольшим биологическим урожаем с одного куста (более 4 кг) выделились сорта Octavia, Иван Купала и отборные формы 6-125-3, 1-188-1, 8-6-3, 2-90-3 (рис. 3). Анализ данного показателя позволил установить, что наиболее адаптированными к изменяющимся условиям внешней среды были лишь отборные формы 6-125-3, 1-188-1 и 2-90-3. Влияние генотипа ($C_p = 66,2\text{--}80,3\%$) у них значительно превышало воздействие условий года ($C_v = 13,5\text{--}22,7\%$).

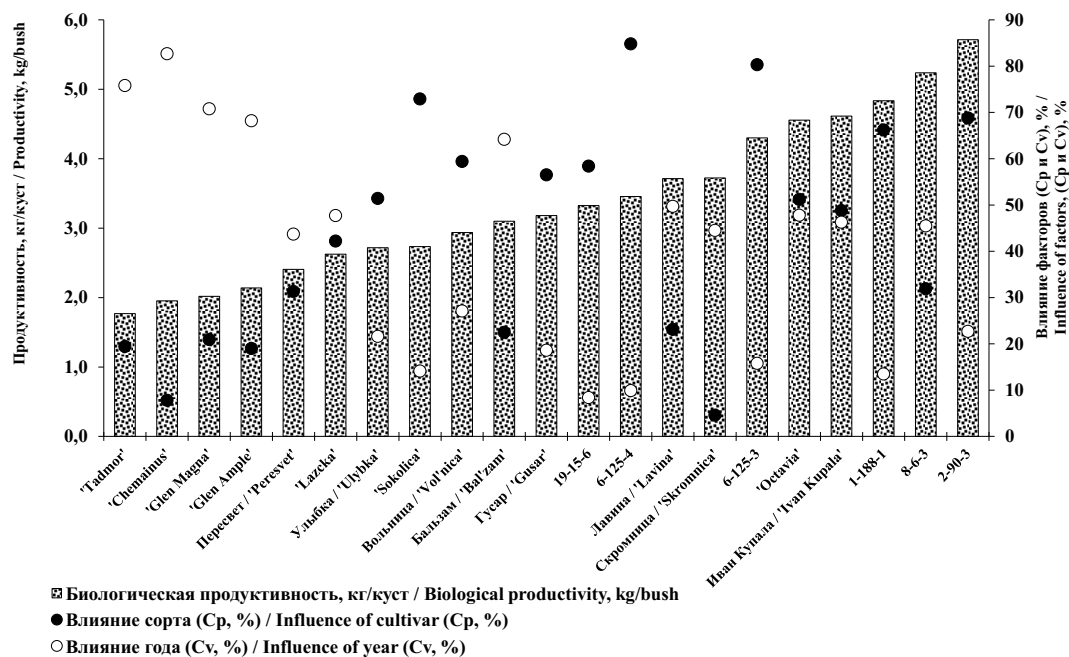


Рис. 3. Биологическая продуктивность сортообразцов малины (2022–2024 гг.) /
Fig. 3. Biological productivity of raspberry cultivar samples (2022–2024)

Высокой степенью постоянства генотипа и потенциалом продуктивности более 3 кг на куст отмечены сорт Гусар, отборные формы 19-15-6, 6-125-4. Сорта Бальзам, Лавина, Скромница, несмотря на высокий уровень показателя, значительно реагируют на изменения условий произрастания ($C_v = 44,5\text{--}64,2\%$), что свидетельствует об их изменчивости.

Таким образом, среди представленных образцов генетической коллекции не удалось отобрать формы, отличающиеся стабильностью высокого комплексного проявления компонентов продуктивности по годам исследований. В связи с этим для установления компонентов, наиболее влияющих на уровень продуктивности, был проведен корреляционный анализ.

В наиболее благоприятном 2022 г. на продуктивность сортообразцов малины существенное влияние оказали количество плодоносящих побегов ($r = 0,68$) и количество ягод

на латерал ($r = 0,61$) (рис. 4). Средняя прямая положительная связь продуктивности обнаружена со средней массой ягод ($r = 0,47$) и длиной латералов ($r = 0,41$).

В значительно отличающемся по метеорологическим условиям 2023 г., как и в 2022 г., с продуктивностью наиболее коррелировали число плодоносящих побегов ($r = 0,76$), количество ягод на латерал ($r = 0,69$) и средняя масса ягоды ($r = 0,60$). Отмечается средняя отрицательная зависимость с длиной латералов ($r = -0,56$) и очень слабая с их количеством ($r = -0,08$), что может быть следствием возвратных майских заморозков, приведших к гибели зачатков цветков.

В 2024 г. продуктивность формировалась за счет нагрузки латералов плодами ($r = 0,76$). Слабая положительная корреляция отмечена с длиной латералов ($r = 0,25$) и средней массой ягоды ($r = 0,31$). В этот период величина плодоносящих побегов не оказала влияния на продуктивность ($r = 0,16$).

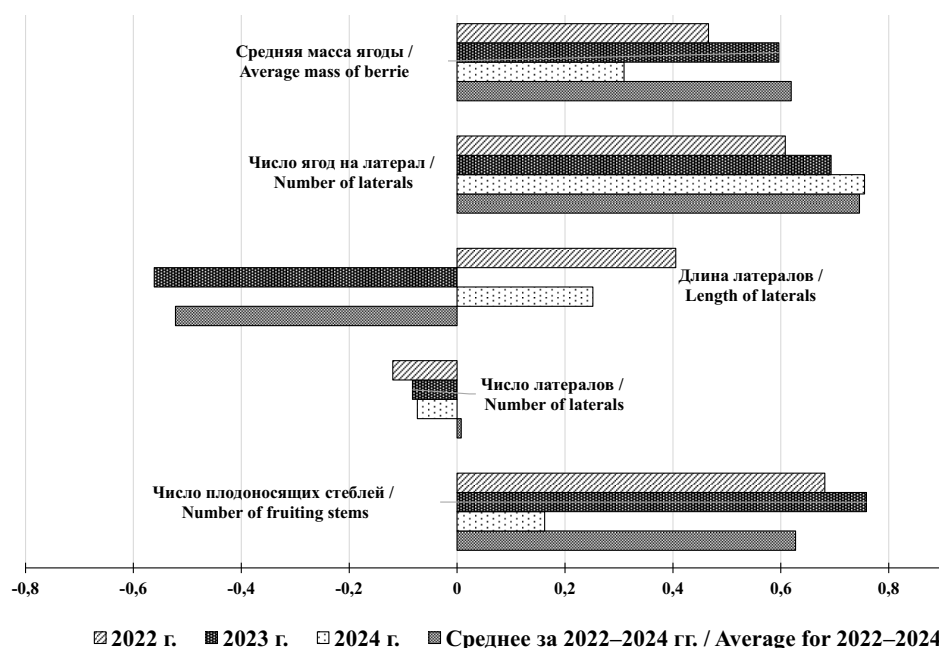


Рис. 4. Корреляционные связи биологической продуктивности с ее компонентами у сортов образцов малины /
Fig. 4. Correlation links of biological productivity with its components in raspberry cultivar samples

Таким образом, за период исследований урожай с куста на 56 % складывался из многоплодности латералов ($R^2 = 0,56$), на 40 % – числа плодоносящих стеблей ($R^2 = 0,40$) и 38 % – средней массы ягоды ($R^2 = 0,38$).

Корреляционный анализ позволил установить, что вклад компонентов продуктивности в общий урожай сортов образцов малины разный и варьировал в зависимости от условий периода вегетации, поэтому отбор высокопродуктивных растений в потомстве малины необходимо проводить по всем компонентам и вести селекционный процесс на повышение каждого из них.

Выводы. Оценка сортов образцов малины красной по продуктивности и стабильности этого признака в условиях Брянской области в период 2022–2024 гг. позволила сделать следующие выводы:

1. Наибольшее количество плодоносящих стеблей на куст (5,6 шт.) с генотипическим контролем показателя ($C_P = 70,0$ %) формирует отборная форма 8-6-3.

2. В селекции на увеличение длины латералов необходимо использовать сорта Бальзам, Скронница и отбор 6-125-4, которые

образуют плодовые веточки длиной более 20 см с высокой долей контроля признака генотипом ($C_P = 41,9$ – $56,7$ %).

3. Источниками количества латералов на стебель (более 20 шт.) являются сорта Лавина, Гусар, Бальзам и отбор 8-6-3 с высоким влиянием генотипа на проявление показателя ($C_P = 52,6$ – $85,5$ %).

4. Наибольшим числом ягод на латерал (14,4 шт.) и высоким влиянием генотипа ($C_P = 48,4$ %) на проявление признака характеризуется отборная форма 2-90-3.

5. В селекции на повышение массы плодов необходимо использовать интродуцированные сорта Glen Magna, Glen Ample, Sokolica, а также генотипы селекции ФГБНУ ФНЦ Садоводства Лавина и 6-125-3 ($C_P = 65,3$ – $96,1$ %), формирующие крупные плоды (3,6–4,3 г) независимо от условий вегетационного периода ($C_V = 6,3$ – $31,0$ %).

6. В селекции на повышение уровня продуктивности малины важен каждый компонент, заложенный в генотипе исходной формы, при его стабильном проявлении в различных условиях окружающей среды.

Список литературы

1. Foster T. M., Bassil N. V., Dossett M., Worthington M. L., Graham J. Genetic and genomic resources for *Rubus* breeding: a roadmap for the future. *Horticulture Research*. 2019;6:116. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41438-019-0199-2>
2. Palonen P., Laine T., Mouhu K. Floricane yield and berry quality of seven primocane red raspberry (*Rubus idaeus* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*. 2021;285:110201. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110201>
3. Аминова Е. В., Мережко О. Е. Оценка хозяйственно-биологических признаков малины ремонтантной в условиях Оренбургского Приуралья. *Аграрный вестник Урала*. 2023;23(8):37–47. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-237-37-47> EDN: OBPQVN

4. Dale A. Next steps in breeding for yield in raspberries. XII International Rubus and Ribes Symposium: Innovative Rubus and Ribes Production for High Quality Berries in Changing. 2019;1277:11–16. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1277.2>
5. Georgieva M., Georgiev D., Hristova D. Correlational interconnections between vegetative and reproductive performances in raspberry cultivar ‘Tulameen’. Scientific Papers. Series B. Horticulture. 2023;67(1):91–94. URL: https://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2023/issue_1/Art11.pdf
6. Hernández-Bautista A., Lobato-Ortiz R., García-Zavala J. J., Rocandio-Rodríguez M., Mejía-Contreras J. A., Chávez-Servia J. L., García-Velazquez J. A. Relationship of parental genetic distance with agronomic performance, specific combining ability, and predicted breeding values of raspberry families. Euphytica. 2018;214:37. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-018-2122-6>
7. Titirică I., Roman I. A., Nicola C., Sturzeanu M., Iurea E., Botu M., et al. The Main Morphological Characteristics and Chemical Components of Fruits and the Possibilities of Their Improvement in Raspberry Breeding. Horticulturae. 2023;9(1):50. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010050>
8. Зарипова В. М. Фенология сортов малины в условиях лесостепной зоны Башкортостана. Известия Уфимского научного центра РАН. 2023;(3):38–41. DOI: <https://doi.org/10.31040/2222-8349-2023-0-3-38-41> EDN: OQHCRF
9. Куликов И. М., Евдокименко С. Н., Тумаева Т. А., Келина А. В., Сазонов Ф. Ф., Андропова Н. В., Подгаецкий М. А. Научное обеспечение ягодоводства России и перспективы его развития. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021;25(4):414–419. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ21.046> EDN: ASGGAN
10. Ожерельева З. Е., Лупин М. В. Изучение интродуцированных сортов малины в условиях Орловской области. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2022;(2):38–41. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/2/38-41> EDN: OIIETH
11. Pergolotti V., Patella A., Marcellini M., Raffaelli D., Dradi G., Mazzoni L., Capocasa F., Mezzetti B. A new raspberry (*Rubus idaeus* L.) breeding program for selecting new resilient and high-quality cultivars. XIII International Rubus and Ribes Symposium. 2023;1388:389–396. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2024.1388.57>
12. Сазонов Ф. Ф. Оценка сортов смородины черной селекции ФГБНУ ФНИЦ 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
13. González M. D. Heritability of primocane-yield components in red raspberry. Acta Horticulturae: XI International Rubus and Ribes Symposium. 2015;1133:75–80. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1133.12>
14. Mladin P., Mladin G. Improvement of raspberry cultivars in Romania. Acta Horticulturae: IX International Rubus and Ribes Symposium. 2005;777:115–119. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.777.14>
15. Radovich A., Aksich M. F., Rakonjac V., Milivojevic J., Nikolich D., Nikolich M. Diversity and relationship of yield components and fruit quality in promising florican raspberry hybrids. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2013;19:750–755. URL: <https://agrojournal.org/19/04-20.pdf>
16. Адамень Ф. Ф., Арифова З. И., Арсланова Л. Э. Корреляционный анализ показателей урожайности малины (*Rubus idaeus* L.) в условиях Республики Крым. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018;(73):9–11. DOI: <https://doi.org/10.21515/1999-1703-73-9-11> EDN: YAKQWL
17. Аминова Е. В., Мережко О. Е. Анализ перспективных сортов и форм малины ремонтантного типа плодоношения по комплексу признаков в условиях Оренбургской области. Аграрный научный журнал. 2022;(10):4–9. DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2022i10pp4-9> EDN: HBCTZQ
18. Stephens M. J., Alspach P. A., Beatson R. A., Winefield C., Buck E. J. Genetic Parameters and Breeding for Yield in Red Raspberry. Journal of the American Society for Horticultural Science. Journal of the American Society for Horticultural Science. 2012;137(4):229–235. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.137.4.229>
19. Marchi P. M., Carvalho I. R., Dini M., Szarecki V. J., Pelegrin A. D., Pereira I. S., Antunes L. E. C. Canonical correlations among morphological and yield traits in primocane-fruited raspberries. Genetics and Molecular Research. 2020;19(2):18500. DOI: <https://doi.org/10.4238/gmr18500>

References

1. Foster T. M., Bassil N. V., Dossett M., Worthington M. L., Graham J. Genetic and genomic resources for Rubus breeding: a roadmap for the future. Horticulture Research. 2019;6:116. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41438-019-0199-2>
2. Palonen P., Laine T., Mouhu K. Florican yield and berry quality of seven primocane red raspberry (*Rubus idaeus* L.) cultivars. Scientia Horticulturae. 2021;285:110201. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110201>
3. Aminova E. V., Merezko O. E. Assessment of economic and biological signs of primocane raspberry in the conditions of the Orenburg Urals. Agrarnyy vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals. 2023;23(8):37–47. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-237-37-47>
4. Dale A. Next steps in breeding for yield in raspberries. XII International Rubus and Ribes Symposium: Innovative Rubus and Ribes Production for High Quality Berries in Changing. 2019;1277:11–16. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1277.2>
5. Georgieva M., Georgiev D., Hristova D. Correlational interconnections between vegetative and reproductive performances in raspberry cultivar ‘Tulameen’. Scientific Papers. Series B. Horticulture. 2023;67(1):91–94. URL: https://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2023/issue_1/Art11.pdf

6. Hernández-Bautista A., Lobato-Ortiz R., García-Zavala J. J., Rocandio-Rodríguez M., Mejía-Contreras J. A., Chávez-Servia J. L., García-Velazquez J. A. Relationship of parental genetic distance with agronomic performance, specific combining ability, and predicted breeding values of raspberry families. *Euphytica*. 2018;214:37. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-018-2122-6>
7. Titirică I., Roman I. A., Nicola C., Sturzeanu M., Iurea E., Botu M., et al. The Main Morphological Characteristics and Chemical Components of Fruits and the Possibilities of Their Improvement in Raspberry Breeding. *Horticulturae*. 2023;9(1):50. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010050>
8. Zaripova V. M. Phenology of raspberry varieties in the conditions of the forest-steppe zone of the republic of Bashkortostan. *Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN* = Proceedings of the RAS Ufa Scientific Centre. 2023;(3):38–41. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31040/2222-8349-2023-0-3-38-41>
9. Kulikov I. M., Evdokimenko S. N., Tumaeva T. A., Kelina A. V., Sazonov F. F., Andronova N. V., Podgaetskiy M. A. Scientific support of small fruit growing in Russia and prospects for its development. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021;25(4):414–419. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ21.046>
10. Ozherel'eva Z. E., Lupin M. V. The study of introduced raspberry varieties in the Oryol region conditions. *Vestnik rossiyской sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Vestnik of the Russian agricultural science. 2022;(2):38–41. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/2/38-41>
11. Pergolotti V., Patella A., Marcellini M., Raffaelli D., Dradi G., Mazzoni L., Capocasa F., Mezzetti B. A new raspberry (*Rubus idaeus* L.) breeding program for selecting new resilient and high-quality cultivars. XIII International Rubus and Ribes Symposium. 2023;1388:389–396. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2024.1388.57>
12. 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>
13. González M. D. Heritability of primocane-yield components in red raspberry. *Acta Horticulturae*: XI International Rubus and Ribes Symposium. 2015;1133:75–80. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1133.12>
14. Mladin P., Mladin G. Improvement of raspberry cultivars in Romania. *Acta Horticulturae*: IX International Rubus and Ribes Symposium. 2005;777:115–119. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.777.14>
15. Radovich A., Aksich M. F., Rakonjac V., Milivojević J., Nikolich D., Nikolich M. Diversity and relationship of yield components and fruit quality in promising florican raspberry hybrids. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2013;19:750–755. URL: <https://agrojournal.org/19/04-20.pdf>
16. Adamen' F. F., Arifova Z. I., Arslanova L. E. Correlation analysis of indicators of yield of raspberry (*Rubus idaeus* L.) in the republic of Crimea. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018;(73):9–11. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21515/1999-1703-73-9-11>
17. Aminova E. V., Merezhko O. E. Analysis of promising varieties and forms of raspberries of the repair type of fruiting by a complex of signs in the conditions of the Orenburg region. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* = The Agrarian Scientific Journal. 2022;(10):4–9. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.v2022i10pp4-9>
18. Stephens M. J., Alspach P. A., Beatson R. A., Winefield C., Buck E. J. Genetic Parameters and Breeding for Yield in Red Raspberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 2012;137(4):229–235. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.137.4.229>
19. Marchi P. M., Carvalho I. R., Dini M., Szarecki V. J., Pelegrin A. D., Pereira I. S., Antunes L. E. C. Canonical correlations among morphological and yield traits in primocane-fruited raspberries. *Genetics and Molecular Research*. 2020;19(2):18500. DOI: <https://doi.org/10.4238/gmr18500>

Сведения об авторах

✉ **Подгаецкий Максим Александрович**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», ул. Загорьевская, д. 4, г. Москва, Российская Федерация, 115598, e-mail: vstisp@vstisp.org, ORCID: <https://orcid.ru/0000-0002-0289-1092>, e-mail: maxpodgai@yandex.ru

Евдокименко Сергей Николаевич, доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник, заведующий отделом генетики и селекции садовых культур, ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», ул. Загорьевская, д. 4, г. Москва, Российская Федерация, 115598, e-mail: vstisp@vstisp.org, ORCID: <https://orcid.ru/0000-0001-9187-7593>

Information about the authors

✉ **Maxim A. Podgaetsky**, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, str. Zagoryevskaya 4, Moscow, Russian Federation, 115598, e-mail: vstisp@vstisp.org, ORCID: <https://orcid.ru/0000-0002-0289-1092>, e-mail: maxpodgai@yandex.ru

Sergey N. Evdokimenko, DSc in Agricultural Science, Head of the Department of Genetics and Breeding of Horticultural Crops, Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, str. Zagoryevskaya 4, Moscow, Russian Federation, 115598, e-mail: vstisp@vstisp.org, ORCID: <https://orcid.ru/0000-0001-9187-7593>

✉ – Для контактов / Corresponding author