

Научная статья
УДК 634.75:631.81(470.311)
<https://doi.org/10.24412/1992-2582-2026-3-28-32>

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БОРНЫХ УДОБРЕНИЙ В НАСАЖДЕНИЯХ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ (*FRAGARIA* × *ANANASSA DUCH.*) НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Светлана Александровна Брюхина

Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия
sv_mich@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты исследований влияния борных удобрений на продуктивность растений земляники садовой (*Fragaria* × *anapassa Duch.*). Цель исследований заключалась в изучении эффективности борного питания земляники садовой в средней полосе России на основе анализа продуктивности и выноса минеральных элементов. Объекты исследований – насаждения земляники садовой сортов Азия, Вима Кимберли и Мальвина в почвенно-климатических условиях Московской области, высаженных рассадой «фриго», с плотностью посадки 37 тыс. растений на 1 га (схема посадки 0,9 × 0,3 м). Почвы – тяжелосуглинистые, дерново-подзолистые, на лессовидном суглинке, маломощные, малогумусные, слабокислые и близкие к нейтральным, низко обеспеченные азотом, серой и бором, высоко обеспеченные фосфором и калием, а также другими элементами минерального питания. При внесении борных удобрений в виде некорневых подкормок различной кратности наблюдалось существенное увеличение морфобиологических параметров растений земляники садовой сортов Азия, Вима Кимберли, Мальвина, начиная с 3-кратного внесения: суммарного урожая на 16,5-22,9%, количества ягод на растении на 13,5-18,8%. Увеличение количества подкормок борными удобрениями выше минимально эффективного не приводило к дальнейшему пропорциональному увеличению продуктивности растений земляники. Динамика параметров продуктивности растений земляники в зависимости от кратности подкормок борными удобрениями описывается полиномиальными уравнениями регрессии 2-й степени с коэффициентами детерминации не менее 0,98.

Ключевые слова: Нечернозёмный регион, земляника садовая, минеральные элементы, борные удобрения

Для цитирования: Брюхина С.А. Эффективность борных удобрений в насаждениях земляники садовой (*Fragaria* × *anapassa Duch.*) на дерново-подзолистых почвах Московской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2026. № 3(86). С. 28-32. <https://doi.org/10.24412/1992-2582-2026-3-28-32>.

Original article

EFFECTIVENESS OF BORON FERTILIZERS IN GARDEN STRAWBERRY (*FRAGARIA* × *ANANASSA DUCH.*) PLANTINGS ON SOD-PODZOLIC SOILS IN THE MOSCOW REGION

Svetlana A. Bryukhina

Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia
sv_mich@mail.ru

Abstract. The results of studies on the effect of boron fertilizers on the productivity of garden strawberry plants (*Fragaria* × *anapassa Duch.*). The aim of the research was to evaluate the effectiveness of boron nutrition for garden strawberries in Central Russia based on an analysis of productivity and mineral nutrient uptake. The study focused on garden strawberry plantings of the 'Asia', 'Wima Kimberly', and 'Malwina' cultivars grown under the soil and climatic conditions of the Moscow region; the plants were established using "frigo" seedlings at a density of 37,000 plants per hectare (planting pattern: 0,9 × 0,3 m). The soils were heavy-loam sod-podzolic types formed on loess-like loam; they were characterized by a shallow profile, low humus content, and a reaction ranging from slightly acidic to near-neutral. They were low in nitrogen, sulfur, and boron, but high in phosphorus, potassium, and other mineral nutrients. When boron fertilizers were applied as foliar sprays with varying application frequencies, a significant increase in the morphobiological parameters of garden strawberry cultivars – Asia, Wima Kimberly, and Malwina – was observed starting from three applications: total yield increased by 16,5-22,9%, and the number of berries per plant by 13,5-18,8%. Increasing the number of boron fertilizer applications beyond the minimum effective level did not result in a further proportional increase in strawberry plant productivity. The dynamics of productivity parameters in strawberry plants in relation to the frequency of boron fertilizer applications are described by second-degree polynomial regression equations with coefficients of determination of at least 0,98.

Keywords: Non-Black Earth region, strawberry, mineral elements, boron fertilizers

For citation: Bryukhina S.A. Effectiveness of boron fertilizers in garden strawberry (*Fragaria* × *anapassa Duch.*) plantings on sod-podzolic soils in the Moscow region. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2026, no. 3(86), pp. 28-32. <https://doi.org/10.24412/1992-2582-2026-3-28-32>.

Введение. Землянику выращивают по всему миру, в регионах с различными почвенно-климатическими условиями, благодаря высокой адаптивности [5, 6, 10]. Земляника садовая отличается ранним созреванием и десертным вкусом ягод, высокой рентабельностью возделывания [1, 4, 13].

При промышленном выращивании земляники предпочтение отдаётся сортам интенсивного типа – с высокой продуктивностью, высокими товарными и потребительскими качествами ягод [2, 7, 8].

Продуктивность земляники садовой зависит биологических особенностей сортов [9, 11, 12], почвенно-

климатических условий выращивания [3], обеспеченности элементами минерального питания растений [14, 15].

Определение выноса растениями из почвы питательных веществ является наиболее объективной оценкой потребности плодовых и ягодных растений в элементах минерального питания [15].

Основная функция бора – стимулирование транспорта сахаров через клеточные мембраны благодаря образованию углеводно-боратного комплекса. Бор оказывает положительное влияние на повышение интенсивности фотосинтеза при недостаточном водоснабжении растений и действию на них повышенных температур. Недостаток бора уменьшает зимостойкость деревьев [14, 15, 16].

Цель исследований – сравнительная оценка обеспеченности растений земляники садовой элементами минерального питания на основании листовой диагностики.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2022–2025 гг. в ЗАО «Совхоз имени Ленина» Московской области.

Почвы Московской области – среднесуглинистые дерново-подзолистые почвы, на лессовидном суглинке, маломощные, слабокислые и близкие к нейтральным, низкообеспеченные азотом, серой и бором, высокообеспеченные фосфором и калием, а также другими элементами минерального питания.

Объектами исследований служили сорта земляники: Азия, Вима Кимберли и Мальвина, высаженные рассадой «Фриго», с плотностью посадки 37 тыс. растений на 1 га.

Исследования проводили в соответствии с Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (Мичуринск, 1980).

Удобрения (борную кислоту, содержание бора 17,3%) вносили монофакторно, в виде некорневых подкормок, по фазам развития растений, с мая по июль, в концентрации раствора 0,2%. При расходе рабочей жидкости 500 л/га за одну подкормку растениям поступало 1 кг/га борной кислоты, или 0,173 кг/га д.в. бора.

Варианты опыта: 1. Контроль (однократная подкормка); 2. Двукратная подкормка; 3. Трёхкратная подкормка; 4. Четырёхкратная подкормка; 5. Пятикратная подкормка. Повторность трёхкратная.

Экспериментальные результаты обрабатывали методами дисперсионного и регрессионного анализа по Доспехову Б.А. (1985).

Результаты исследований и их обсуждение. В таблице 1 приведены данные по продуктивности земляники садовой за 4 года полного цикла плодоношения при внесении борных удобрений в виде некорневых подкормок различной кратности в условиях Нечернозёмного региона (Московская область).

Таблица 1

Table 1

Продуктивность земляники садовой при внесении борных удобрений в виде некорневых подкормок различной кратности
Productivity of garden strawberries with foliar application of boron fertilizers at varying frequencies

Сорта (А)	Кратность подкормок (В)	Урожайность, т/га	Количество ягод, шт./раст.	Средняя масса ягод, г
Азия	1	36,93	15,00	18,03
	2	39,56	16,13	17,85
	3	42,28	16,85	18,40
	4	42,98	17,25	18,20
	5	44,32	17,45	18,50
	Среднее	41,21	16,54	18,20
Вима Кимберли	1	31,97	13,40	16,90
	2	35,42	14,50	17,28
	3	38,34	15,25	17,75
	4	38,92	15,78	17,53
	5	39,65	16,00	17,48
	Среднее	36,86	14,99	17,39
Мальвина	1	26,02	12,05	16,83
	2	28,54	12,73	16,78
	3	29,93	13,20	16,93
	4	31,26	13,45	17,20
	5	32,65	12,50	16,89
	Среднее	29,68	13,16	17,21
Среднее	1	31,64	14,23	17,32
	2	34,50	14,94	17,64
	3	36,85	15,41	17,55
	4	37,72	15,63	17,73
	5	38,88	14,67	17,49
	Среднее	35,92	1,35	1,75
НСР ₀₅	А	3,80	1,50	1,90
	В	5,16	2,70	3,40
	AB	8,12	15,00	18,03

Подкормки борными удобрениями в условиях дефицита бора в почве и растениях способствовали повышению урожайности ягод по сравнению с контролем (1-кратная подкормка) по сорту Азия на 14,5%, по сорту Вима Кимберли на 19,9%, по сорту Мальвина на 16,5%, начиная с 3-кратной подкормки (в среднем на 16,5%), которую

для данных сортов можно считать минимально эффективной. Дальнейшее увеличение кратности подкормок не приводило к существенному повышению урожайности по сравнению с минимально эффективной кратностью.

Наиболее заметная реакция на внесение борных удобрений по показателю урожайности ягод отмечена у сорта Вима Кимберли.

Подкормки борными удобрениями в условиях дефицита бора в почве и растениях способствовали, в среднем по сортам, повышению количества ягод на растениях на 13,5% по сравнению с контролем (1-кратная подкормка), начиная с 3-х кратной подкормки, которую в данных условиях можно считать минимально эффективной. Дальнейшее увеличение кратности подкормок не приводило к существенному повышению количества ягод на растениях по сравнению с минимально эффективной кратностью.

Подкормки борными удобрениями в условиях дефицита бора в почве и растениях способствовали повышению количества ягод на растениях по сравнению с контролем (1-кратная подкормка) по сорту Азия на 12,3%, по сорту Вима Кимберли на 13,8%, по сорту Мальвина на 14,9%,

начиная с 3-кратной подкормки, которую для данных сортов можно считать минимально эффективной. Дальнейшее увеличение кратности подкормок не приводило к существенному повышению количества ягод на растениях по сравнению с минимально эффективной кратностью.

Наиболее заметная реакция на внесение борных удобрений отмечена у сорта Мальвина, формирующего существенно наиболее низкую урожайность из 3 изучаемых сортов.

Подкормки борными удобрениями в условиях дефицита бора в почве и растениях, в среднем по сортам, не оказали существенного влияния на среднюю массу ягод изучаемых сортов земляники садовой.

На рисунке 1 представлена динамика суммарного урожая ягод земляники садовой за полный цикл плодоношения при внесении борных удобрений в виде некорневых подкормок различной кратности в условиях Нечернозёмного региона (Московская область) (среднее за 4 года).

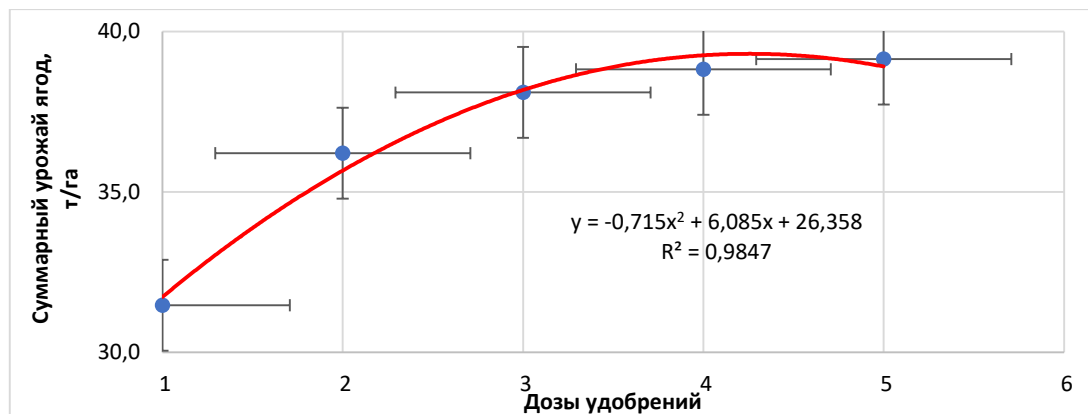


Рисунок 1. Динамика суммарного урожая ягод земляники садовой за полный цикл плодоношения при внесении борных удобрений в виде некорневых подкормок различной кратности в условиях Нечернозёмной зоны, т/га

Figure 1. Dynamics of the total yield of garden strawberry fruit over the full fruiting cycle with foliar boron applications of varying frequency in the Non-Chernozem zone (t/ha)

При внесении борных удобрений в виде некорневых подкормок различной кратности суммарный урожай ягод земляники увеличивался с 31,47 т/га в контроле (1-кратная подкормка) до 38,10-39,14 т/га (3-5-кратные подкормки).

Динамика суммарного урожая ягод земляники в среднем по 3 сортам за 4 года плодоношения выражается уравнением регрессии – полиномом второй степени с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,9847$.

$$y = -0,715x^2 + 6,085x + 26,358$$

На рисунке 2 представлена динамика количества ягод земляники садовой в среднем за полный цикл плодоношения при внесении борных удобрений в виде некорневых подкормок различной кратности в условиях Нечернозёмного региона (Московская область) (среднее за 4 года).

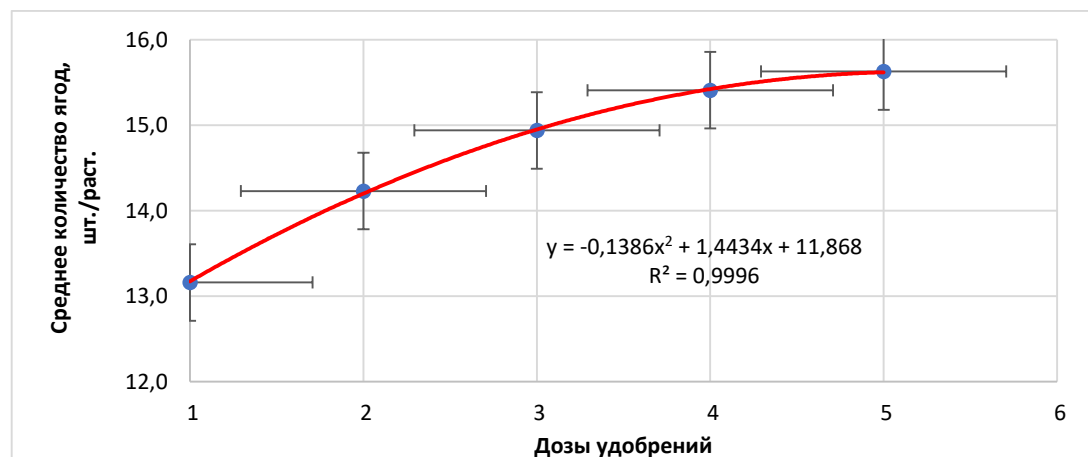


Рисунок 2. Динамика среднего количества ягод земляники садовой в среднем за полный цикл плодоношения при внесении борных удобрений в виде некорневых подкормок различной кратности в условиях Нечернозёмной зоны, шт./раст.

Figure 2. Dynamics of the average number of garden strawberry berries per plant over the full fruiting cycle with foliar boron applications of varying frequency in the Non-Chernozem zone

При внесении борных удобрений в виде некорневых подкормок различной кратности среднее количество ягод земляники увеличивалось с 13,16 шт./раст. в контроле (1-кратная подкормка) до 14,94-15,63 шт./раст. (3-5-кратные подкормки).

Динамика количества ягод у земляники в среднем по 3 сортам за 4 года плодоношения выражается уравнением регрессии – полиномом второй степени с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,9996$.

$$y = -0,1386x^2 + 1,4434x + 11,868$$

Заключение. В условиях Нечернозёмного региона России (Московская область) на дерново-подзолистых почвах в открытом грунте проведена оценка влияния борных удобрений на продуктивность растений земляники садовой.

При внесении борных удобрений в виде некорневых подкормок различной кратности наблюдалось существенное увеличение морфобиологических параметров растений

земляники садовой сортов Азия, Вима Кимберли, Мальвина, начиная с 3-кратного внесения: суммарного урожая на 16,5-22,9%, количества ягод на растении на 13,5-18,8%.

Увеличение количества подкормок борными удобрениями выше минимально эффективного не приводило к дальнейшему пропорциональному увеличению продуктивности растений земляники.

Динамика параметров продуктивности растений земляники в зависимости от кратности подкормок борными удобрениями описывается полиномиальными уравнениями регрессии 2-й степени с коэффициентами детерминации не менее 0,98.

Влияние борных удобрений на продуктивность земляники садовой зависело от помологического сорта и обусловлено биологическими особенностями развития органов плодоношения.

Список источников

1. Брюхина С.А., Медеяева А.Ю., Трунов Ю.В. Агробιοлогическая оценка интродуцированных сортов земляники садовой по продуктивности и качеству ягод в условиях Тамбовской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2024. № 2 (77). С. 17-20.
2. Агробιοлогическая оценка интродуцированных сортов земляники садовой по эффективности в условиях Тамбовской области / Брюхина С.А., Медеяева А.Ю., Трунов Ю.В. // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2024. № 1 (76). С. 29-32.
3. Брюхина С.А., Трунов Ю.В. Урожайность земляники садовой в условиях Центрально-Чернозёмного и Нечернозёмного регионов Урожайность земляники садовой в условиях Центрально-Чернозёмного и Нечернозёмного регионов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2026. № 1 (84). С. 47-51. DOI: 10.24412/1992-2582-2026-1-47-51
4. Брюхина С.А., Трунов Ю.В. Сравнительная оценка продуктивности и качества ягод земляники садовой в условиях Подмосковья // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2026. № 2 (85). С. 39-44. DOI: 10.24412/1992-2582-2026-2-39-44
5. Брюхина С.А., Трунов Ю.В., Медеяева А.Ю. Производство ягод земляники садовой в странах мира // В сб.: Стратегические направления развития экономики, финансов и бухгалтерского учета в современных условиях. Информационно-правовое обеспечение ГАРАНТ как комплексная профессиональная поддержка образовательной и научной деятельности. Матер. Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Мичуринск-наукоград, 2024. С. 27-32.
6. Брюхина С.А., Пучнин А.М., Цуканова Е.М., Чмир Р.А. Экология и биология лекарственных растений: учебное пособие. Тамбов, 2010. 102 с.
7. Брюхина С.А., Трунов Ю.В. Урожайность земляники садовой в условиях Центрально-Чернозёмного и Нечернозёмного регионов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2026. № 1 (84). С.
8. Концепция системы управления биологическими и производственными процессами в садоводстве на основе цифровых технологий с использованием искусственных нейронных сетей / Ю.В. Трунов [и др.] // Садоводство и виноградарство. 2019. № 5. С. 54-58. DOI: 10.31676/0235-2591-2019-5-54-58
9. Козлова И.И. Основные критерии и параметры при выборе сортов земляники садовой, пригодных для интегрированного производства плодов // Плодоводство и ягодоводство России. 2022. № 69. С. 28-42. DOI: 10.31676/2073-4948-2022-69-28-42
10. Круглов Н.М., Брюхина С.А., Незнамова Г.В. Земляника в ЦЧО. Учебное пособие. Воронеж, 2007. 110 с.
11. Модель промышленного сорта земляники для условий средней полосы России / И.М. Куликов, С.Д. Айтжанова и др. // Садоводство и виноградарство. 2020. № 3. С. 5-10. DOI: 10.31676/0235-2591-2020-3-5-10
12. Помология: В 5-ти томах. Т.5. Земляника. Малина. Орехоплодные и редкие культуры / под общ. ред. академика РАСХН Е.Н. Седова. Орел: Изд-во ВНИИСПК, 2014. 588 с.
13. Продуктивность и качество ягод земляники садовой в условиях Тульской области / С.А. Брюхина, Ю.В. Трунов, А.Ю. Медеяева, А.Ю. Коршунов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (73). С. 24-28.
14. Роль минеральных элементов в питании растений земляники садовой / Л.А. Марченко, С.В. Акимова, А.В. Соловьев и др. // Овощи России. 2024. № 5. С. 7983. DOI: 10.18619/2072-9146-2024-5-79-83
15. Трунов Ю.В. Биологические основы минерального питания яблони. 2-е изд., переработ. и доп. Мичуринск: ФГБНУ ВНИИС им. И.В. Мичурина. Воронеж: Кварта, 2016. 418 с.
16. Анспок П.И. Микроудобрения: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. 272 с.

References

1. Bryukhina S.A., Medelyaeva A.Yu., Trunov Yu.V. Agrobiological assessment of introduced garden strawberry varieties for productivity and berry quality in the Tambov region. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2024, no. 2 (77), pp. 17-20.
2. Bryukhina S.A., Medelyaeva A.Yu., Trunov Yu.V. Agrobiological assessment of introduced garden strawberry varieties for efficiency in the conditions of the Tambov region. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2024, no. 1 (76), pp. 29-32.

3. Bryukhina S.A., Trunov Yu.V. Yield of garden strawberry in the Central Black Earth and Non-Black Earth regions. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2026, no. 1 (84), pp. 47-51. DOI: 10.24412/1992-2582-2026-1-47-51
4. Bryukhina S.A., Trunov Yu.V. Comparative assessment of garden strawberry productivity and berry quality in the Moscow region. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2026, no. 2 (85), pp. 39-44. DOI: 10.24412/1992-2582-2026-2-39-44
5. Bryukhina S.A., Trunov Yu.V., Medelyaeva A.Yu. Production of garden strawberries in countries around the world. In the collection: Strategic directions for the development of economics, finance and accounting in modern conditions. Information and legal support of GARANTEE as a comprehensive professional support for educational and scientific activities. Proc. All-Russian (National) Scientific and Practical Conf. Michurinsk-Science City, 2024. Pp. 27-32.
6. Bryukhina S.A., Puchnin A.M., Tsukanova E.M., Chmir R.A. Ecology and biology of medicinal plants: a tutorial. Tambov, 2010. 102 p.
7. Bryukhina S.A., Trunov Yu.V. Yield of garden strawberries in the Central Black Earth and Non-Black Earth regions. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2026, no. 1 (84), pp.
8. Yu.V. Trunov [et al.]. Concept of a system for managing biological and production processes in horticulture based on digital technologies using artificial neural networks. Horticulture and Viticulture, 2019, no. 5, pp. 54-58. DOI: 10.31676/0235-2591-2019-5-54-58
9. Kozlova I.I. Key criteria and parameters for selecting garden strawberry cultivars suitable for integrated fruit production. Pomiculture and Small Fruits Culture of Russia, 2022, no. 69, pp. 28-42. DOI: 10.31676/2073-4948-2022-69-28-42.
10. Kruglov N.M., Bryukhina S.A., Neznamova G.V. Strawberries in the Central Black Earth Region. Study Guide. Voronezh, 2007. 110 p.
11. Kulikov I.M., Aitzhanova S.D. [et al.]. Model of a commercial strawberry cultivar for the conditions of Central Russia. Horticulture and Viticulture, 2020, no. 3, pp. 5-10. DOI: 10.31676/0235-2591-2020-3-5-10.
12. Pomology: In 5 volumes. T.5. Strawberries. Raspberries. Nut and rare crops. Under the general editorship of Academician of the Russian Academy of Agricultural Sciences E.N. Sedova. Orel: Publishing house VNIISP, 2014. 588 p.
13. Bryukhina S.A., Trunov Yu.V., Medelyaeva A.Yu., Korshunov A.Yu. Productivity and quality of garden strawberries in the conditions of the Tula region. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2023, no. 2 (73), pp. 24 - 28.
14. Marchenko L.A., Akimova S.V., Solovyev A.V. [et al.]. The role of mineral elements in the nutrition of garden strawberry plants. Vegetable Crops of Russia, 2024, no. 5, pp. 79-83. DOI: 10.18619/2072-9146-2024-5-79-83
15. Trunov Yu. V. Biological bases of mineral nutrition of Apple trees. 2nd ed., reprocessing. and extra. Michurinsk: GNU VNIIS im. I. V. Michurina. Voronezh: Kvarta, 2016. 418 p.
16. Anspok P.I. Micro-fertilizers: A Handbook. 2nd ed., revised and supplemented. Leningrad: Agropromizdat, Leningrad Branch, 1990. 272 p.

Информация об авторе

С.А. Брюхина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур, СПИН-код 9781-4775; <http://orcid.org/0009-0009-3320-2489>.

Information about the author

S.A. Bryukhina – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of horticulture, biotechnology and crop breeding, SPIN code 9781-4775; <http://orcid.org/0009-0009-3320-2489>.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the Authors: all the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 27.07.2026; одобрена после рецензирования 28.07.2026; принята к публикации 18.09.2026
The article was submitted 27.07.2026; approved after reviewing 28.07.2026; accepted for publication 18.09.2026

