УДК 634.737:581.5:581.522.4(476)

ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) НА ФОНЕ ВНЕСЕНИЯ РОСТСТИМУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Ж. А. РУПАСОВА[1)], ***Э. И. КОЛОМИЕЦ***[2)], ***Н. Б. ПАВЛОВСКИЙ***[1)], ***С. Н. АВРАМЕНКО***[1)], ***А. В. УШАКОВА***[1)], ***А. С. САЯН***[1)], ***О. В. ДРОЗД***[1)], ***Т. А. ПИЛИПЧУК***[2)], ***М. Н. МАНДРИК-ЛИТВИНКОВИЧ***[2)], ***З. М. АЛЕЩЕНКОВА***[3)]

[1)]*Центральный ботанический сад, Национальная академия наук Беларуси, ул. Сурганова, 2в, Минск, 220012, Беларусь*
[2)]*Государственное научно-практическое объединение «Химический синтез и биотехнологии», ул. Академика В. Ф. Купревича, 2, 220141, г. Минск, Беларусь*
[3)]*Институт микробиологии, Национальная академия наук Беларуси, ул. Академика В. Ф. Купревича, 2,220141, г. Минск, Беларусь*

Образец цитирования:
Рупасова ЖА, Коломиец ЭИ, Павловский НБ, Авраменко СН, Ушакова АВ, Саян АС, Дрозд ОВ, Пилипчук ТА, Мандрик-Литвинкович МН, Алещенкова ЗМ. Изменчивость биохимического состава плодов голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) на фоне внесения ростстимулирующих препаратов в зависимости от уровня плодородия почвы. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология.* 2026;3:22–29.
https://doi.org/10.46646/2521-683X/2026-3-22-29

For citation:
Rupasova JA, Kolomiets EI, Pavlovsky NB, Avramenko SN, Ushakova AV, Sayan AS, Drozd OV, Pilipchuk TA, Mandrik-Litvinkovich MN, Aleshchenkova ZM. Variability in the biochemical composition of highberry fruits (*Vaccinium corymbosum* L.) after the application of growth-stimulating supplements depending on soil fertility. *Journal of the Belarusian State University. Ecology.* 2026;3:22–29. Russian.
https://doi.org/10.46646/2521-683X/2026-3-22-29

Авторы:
Жанна Александровна Рупасова – доктор биологических наук, профессор; член-корреспондент НАН Беларуси; главный научный сотрудник лаборатории биохимии и биотехнологии растений.
Эмилия Ивановна Коломиец – доктор биологических наук, профессор; академик НАН Беларуси; директор.
Николай Болеславович Павловский – кандидат биологических наук; заведующий лабораторией интродукции и технологии ягодных растений.
Станислав Николаевич Авраменко – магистр биологии; младший научный сотрудник лаборатории биохимии и биотехнологии растений.
Анна Владимировна Ушакова – магистрант; младший научный сотрудник лаборатории биохимии и биотехнологии растений.
Анастасия Сергеевна Саян – младший научный сотрудник лаборатории биохимии и биотехнологии растений.
Ольга Владимироввна Дрозд – научный сотрудник.
Татьяна Андреевна Пилипчук – кандидат биологических наук; заведующий лабораторией.
Марина Николаевна Мандрик-Литвинкович – кандидат биологических наук; заведующий лабораторией.
Зинаида Михайловна Алещенкова – доктор биологических наук; главный научный сотрудник лаборатории взаимоотношений микроорганизмов почвы и высших растений.

Authors:
Zhanna A. Rupasova, doctor of science (biology), full professor; corresponding member of the National Academy of Sciences of Belarus; chief researcher of the laboratory of plant biochemistry and biotechnology.
j.rupasova@cbg.org.by
Emilia I. Kolomiets, doctor of science (biology), full professor; academician of the National Academy of Sciences of Belarus; director.
kolomiets@mbio.bas-net.by
Nikolai B. Pavlovsky, PhD (biology); head of the laboratory of berry plant introduction and technology.
pavlovskiy@tut.by
Stanislav N. Avramenko, master's degree (biology); junior researcher at the laboratory of plant biochemistry and biotechnology.
t.vasileuskaya@cbg.org.by
Anna V. Ushakova, master's degree student; junior researcher at the laboratory of plant biochemistry and biotechnologyr.
t.vasileuskaya@cbg.org.by
Anastasia S. Sayan, junior researcher at the laboratory of plant biochemistry and biotechnology.
nastasaae@gmail.com
Olga V. Drozd, researcher.
drozd_olgaw@rambler.ru
Tatyana A. Pilipchuk, PhD (biology); head of the laboratory.
Marina N. Mandrik-Litvinkovich, PhD (biology); head of the laboratory.
biocontrol@mbio.bas-net.by
Zinaida M. Aleshchenkova, doctor of science (biology); chief researcher at the laboratory of relationships between soil microorganisms and higher plants.
aleschenkova@mbio.bas-net.by

Приведены результаты сравнительного исследования уровней вариабельности 14 количественных характеристик биохимического состава плодов *Vaccinium corymbosum* L. в рамках полевых экспериментов с внесением ростстимулирующих препаратов – биологического Оксидата торфа и микробного Экоберита на почвах с разным уровнем плодородия. Установлено, что основной вклад в его формирование обеспечивали признаки со средним и повышенным уровнями изменчивости. Показано, что усиление минерального питания опытных растений способствовало снижению уровня вариабельности в рамках полевого эксперимента параметров накопления свободных органических, аскорбиновой и гидроксикоричных кислот, общего количества антоциановых пигментов и биофлавоноидов, при этом ее увеличению у содержания сухих и дубильных веществ, растворимых сахаров, катехинов и показателя сахарокислотного индекса. Отметим, что уровень плодородия почвы на фоне испытываемых агроприемов не оказывал влияния на изменчивость содержания пектиновых веществ, собственно антоцианов, лейкоантоцианов и флавонолов. Установлено, что наиболее выраженной устойчивостью к воздействию эдафического фактора при использовании стимуляторов роста характеризовались параметры накопления в плодах сухих и пектиновых веществ, растворимых сахаров и аскорбиновой кислоты, тогда как наименее устойчивыми к ним следовало признать содержание дубильных веществ, титруемых кислот, лейкоантоцианов и величину сахарокислотного индекса.

Ключевые слова: голубика плоды; биохимический состав; органические кислоты; углеводы; биофлавоноиды; уровень плодородия почвы; стимуляторы роста; коэффициенты вариации.

VARIABILITY IN THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF HIGHBERRY FRUITS (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) AFTER THE APPLICATION OF GROWTH-STIMULATING SUPPLEMENTS DEPENDING ON SOIL FERTILITY

J. A. RUPASOVA[a], ***E. I. KOLOMIETS***[b], ***N. B. PAVLOVSKY***[a], ***S. N. AVRAMENKO***[a], ***A. V. USHAKOVA***[a], ***A. S. SAYAN***[a], ***O. V. DROZD***[a], ***T. A. PILIPCHUK***[b], ***M. N. MANDRIK-LITVINKOVICH***[b], ***Z. M. ALESHCHENKOVA***[c]

[a]*Central Botanical Garden, National Academy of Sciences of Belarus,*
2v Surganava Street, Minsk 220012, Belarus
[b]*State Scientific and Production Association «Chemical Synthesis and Biotechnology»,*
2 Academician V. F. Kupreviča Street, Minsk 220141, Belarus
[c]*Institute of Microbiology, National Academy of Sciences of Belarus,*
2 Academician V. F. Kupreviča Street, Minsk 220141, Belarus
Corresponding author: S. N. Avramenko (t.vasileuskaya@cbg.org.by)

The article presents the results of a comparative study of the variability levels of 14 quantitative characteristics of the biochemical composition of Vaccinium corymbosum l. fruits. These results were obtained in field experiments with the addition of growth-promoting preparations – the biological peat oxidate and the microbial Ecoberit—on soils with different fertility levels. It was established that the main contribution to its formation was provided by traits with moderate and high levels of variability. It was shown that increased mineral nutrition of the experimental plants contributed to a decrease in the level of variability in the field experiment for the accumulation of free organic, ascorbic, and hydroxycinnamic acids, the total amount of anthocyanin pigments and bioflavonoids, but an increase in the content of dry matter and tannins, soluble sugars, catechins, and the sugar-acid index. Moreover, soil fertility under the tested agricultural practices had no effect on the variability of pectin content, anthocyanins, leucoanthocyanins, and flavonols. It was found that the accumulation of dry matter and pectin, soluble sugars, and ascorbic acid in fruits demonstrated the greatest resistance to the effects of edaphic factors when using growth stimulants, while the content of tannins, titratable acids, leucoanthocyanins, and the sugar-acid index were considered the least resistant.

Keywords: blueberry fruit; biochemical composition; organic acids; carbohydrates; bioflavonoids; soil fertility; growth stimulants; coefficients of variation.

Введение

В основных мировых центрах, занимающихся промышленным выращиванием голубики высокорослой, для повышения урожайности и получения высококачественной экологически чистой ягодной продукции широко практикуется применение микробных препаратов ростстимулирующего действия [1–4]. После принятия в ноябре 2018 г. в Республике Беларусь Закона «О производстве и обращении органической продукции», предусматривающего ограничение применения любых химических средств, в том числе рострегулирующего действия, учеными ГНПО «Химический синтез и биотехнологии» создан ряд микробных препаратов, способствующих активизации процессов развития и плодоношения данной

культуры, пользующейся высоким спросом у населения республики. Одним из таких стимуляторов роста явился бактериальный препарат Экоберит, представляющий собой консорциум из штаммов бактерий рода *Bacillus* с ростстимулирующей, антимикробной, азотфиксирующей и фосфатмобилизующей активностями[1]. Нашими исследованиями биохимического состава плодов голубики на фоне применения Экоберита уже экспериментально доказано его позитивное влияние на накопление широкого спектра биологически активных соединений [5; 6].

Вместе с тем была выявлена существенная зависимость биохимического состава плодов от применяемых стимуляторов роста и уровня плодородия почвы. С целью установления степени данной зависимости от совокупного влияния обозначенных факторов, в Южной агроклиматической зоне Беларуси (Ганцевичский р-н Брестской обл.) в условиях опытной культуры проведен сравнительный анализ уровней изменчивости 14 основных биохимических характеристик плодов голубики в рамках двух полевых экспериментов на почвах с низким и высоким уровнем плодородия на фоне внесения в приствольную зону посадок биологических стимуляторов роста – Оксидата торфа «Голубика» *с* микроэлементами, представляющего собой 4%-ный водный концентрат биологически активных веществ, содержащихся в торфе, и двух наиболее эффективных концентраций нового отечественного бактериального препарата аналогичного действия Экоберита.

Материалы и методы исследования

Исследования выполнены на фоне не совсем благоприятных по гидротермическому режиму для развития растений голубики условий сезона 2025 г. с преобладанием прохладной и дождливой погоды и обилием пасмурных дней, заметно снижавшим приток солнечной радиации, что способствовало смещению сроков созревания плодов на более позднее время. Полевые опыты проводили на почвах с разным уровнем плодородия – менее высоким на Экспериментальной базе отраслевой лаборатории интродукции нетрадиционных ягодных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси (ЭБ) и более высоким на территории расположенного на удалении 10 км крестьянско-фермерского хозяйства «Ягодное лукошко» (КФХ). В первом эксперименте почва под опытными растениями – торфяно-глеевая, мелиорированная, развитая на слое пушицево-сфагнового верхового торфа, подстилаемом с глубины 50 см рыхлым, разнозернистым песком. Торф среднеразложившийся, с зольностью 15 % и содержанием в мг/кг: P_2O_5 – 131, K_2O – 180, Ca – 246, Mg – 32. Актуальная реакция почвенного раствора корнеобитаемой зоны в приствольной части опытных посадок варьировала в диапазоне 4,9–6,2, тогда как у мульчирующего слоя (древесные опилки) она составляла 4,9–5,3, а в междурядьях – 4,7–5,1.

Почва на участке КФХ – дерново-подзолистая, супесчаная, с содержанием гумуса 3,5 %, P_2O_5 – 285 мг/кг, K_2O – 174, Ca – 982, Mg – 124 мг/кг. Актуальная реакция почвенного раствора корнеобитаемой зоны в приствольной части опытных посадок соответствовала области более низких, чем в предыдущем случае, а следовательно, более благоприятных для растений значений – от 3,8 до 4,9 при pH мульчирующего слоя (древесные опилки) в пределах 4,7–4,8, а в междурядьях – 5,0–5,7. Заметим, что в данном эксперименте применялось капельное орошение, обеспечивавшее дополнительное подкисление субстрата и поступление основных питательных элементов в виде растворов аммиачной селитры, солей калия и фосфора. Это способствовало улучшению его агрохимических свойств, обусловившему более высокий уровень плодородия почвы, нежели на ЭБ, что не могло не отразиться на ответной реакции растений голубики на применение испытываемых препаратов ростстимулирующего действия.

Схема опыта на обоих участках была идентичной и включала 4 варианта с внесением препаратов в приствольную зону посадок путем полива субстрата: 1 – контроль – водой в количестве 0,2 л; 2 – водным 0,4%-ным раствором препарата Оксидат торфа; 3 и 4 – однократно водным раствором Экоберита в концентрациях 4 и 8 % соответственно.

В качестве модельных объектов использовали генеративные растения районированного в Беларуси устойчивого среднеспелого сорта *Bluecrop* голубики высокорослой. При достижении плодами состояния съемной зрелости проводили исследование их биохимического состава по широкому спектру показателей, относящихся к разным классам действующих веществ. При этом определяли содержание сухих веществ – по ГОСТ 28561-90[2]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [7]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [7], гидроксикоричных кислот (в пересчете на хлорогеновую) – спектрофотометрическим методом [8]; растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом [9]; пектиновых веществ – кальциево-пектатным методом [7]; суммы антоциановых пигментов – по методу T. Swain, W. E. Hillis [10], с построением градуировочной

[1]Косолапова Е. В. Ростмомент [Электронный ресурс]. URL: https://masterasada.ru/4 (дата обращения 13.08.2026).
[2]ГОСТ 8756.2-82. Продукты пищевые консервированные. Методы определения сухих веществ или влаги: Москва: Издательство стандартов, 1982. 5 с.

кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю. Г. Скориковой и Э. А. Шафтан [11]; собственно антоцианов и суммы катехинов (с использованием ванилинового реактива) – фотоэлектроколориметрическим методом [7; 12]; суммы флавонолов (в пересчете на рутин) – спектрофотометрическим методом [7]; дубильных веществ (танинов) – титрометрическим методом Левенталя [13]. Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы *Excel.*

Результаты исследования и их обсуждение

Повариантное исследование 14 количественных характеристик биохимического состава плодов голубики в сравниваемых полевых экспериментах выявило весьма широкие диапазоны их варьирования, свидетельствовавшие о существенном влиянии на них испытываемых стимуляторов роста и уровня плодородия почвы (табл. 1).

Таблица 1

Диапазоны варьирования биохимических характеристик плодов *V. corymbosum* в рамках полевых экспериментов с применением ростстимулирующих препаратов (в сухом веществе)

Table 1

Ranges of variation of biochemical characteristics of *V. corymbosum* fruits in field experiments using growth-promoting drugs (in dry matter)

Показатель	ЭБ	КФХ
Сухие вещества, %	12,8–13,2	16,9–19,8
Свободные органические кислоты, %	6,35–13,17	4,73–9,36
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	311,9–630,8	295,1–369,6
Гидроксикоричные кислоты, мг/100 г	824–1471	1215–1767
Растворимые сахара, %	42,7–52,3	39,3–53,0
Сахарокислотный индекс	3,3–7,5	4,2–11,4
Пектиновые вещества, %	6,05–8,71	5,55–7,10
Собственно антоцианы, мг/100 г	1969–3293	2306–3347
Лейкоантоцианы, мг/100 г	1487–4377	1355–3189
Сумма антоциановых пигментов	4037–6580	4701–6304
Флавонолы, мг/100 г	2163–3832	2095–3372
Катехины, мг/100 г	421–608	464–855
Сумма биофлавоноидов, мг/100 г	6653–11020	7260–9748
Дубильные вещества, %	1,58–2,80	2,51–4,83

Для установления степени данной зависимости в обоих экспериментах был проведен сравнительный анализ уровней изменчивости анализируемых признаков на основании определения коэффициентов вариации (V, %), указывавших на степень их зависимости от совокупного влияния обозначенных факторов, полагая, что чем выше коэффициент вариации, тем сильнее эта зависимость, и наоборот. В соответствии с используемой шкалой Г. Н. Зайцева [14], предусматривающей их распределение на 5 групп – с очень низким уровнем изменчивости (V < 7 %), низким (V = 8–12 %), средним (V = 13–20 %), повышенным (V = 21–40 %) и очень высоким (V > 41 %), выявлены признаки, обладавшие наибольшей и, соответственно, наименьшей степенью зависимости от уровня плодородия почвы и испытываемых агроприемов.

Сравнительный анализ коэффициентов вариации биохимических характеристик плодов голубики в рамках полевых опытов с внесением стимуляторов роста на почвах с разным уровнем плодородия, приведенных в табл. 2, выявил довольно широкие диапазоны изменений данных показателей. Это свидетельствовало не только о разном уровне их генетической детерминированности, позволяло выявить признаки, обладавшие наибольшей и, соответственно, наименьшей изменчивостью под действием испытываемых агроприемов, но и давало возможность определить ее зависимость от уровня плодородия почвы.

Таблица 2

Значения коэффициентов вариации (V, %) количественных показателей биохимического состава плодов *V. corymbosum* в рамках полевых опытов с применением стимуляторов роста

Table 2

Values of the variation coefficients (V, %) of the quantitative indicators of the biochemical composition of *V. corymbosum* fruits in field experiments using growth stimulants

Показатель	ЭБ	КФХ	Среднее для показателя
Сухие вещества	1,8	6,8	**4,3**
Свободные орган. кислоты	37,1	26,2	**31,7**
Аскорбиновая кислота	19,8	9,9	**14,9**
Гидроксикоричные кислоты	28,5	17,1	**22,8**
Растворимые сахара	8,7	14,1	**11,4**
Сахарокислотный индекс	41,1	50,1	**45,6**
Пектиновые вещества	11,4	10,7	**11,1**
Собственно антоцианы	16,9	16,0	**16,5**
Лейкоантоцианы	38,2	39,4	**38,8**
Сумма антоциановых пигм.	20,8	13,3	**17,1**
Катехины	17,6	24,4	**21,0**
Флавонолы	23,4	23,6	**23,5**
Сумма биофлавоноидов	21,2	14,6	**17,9**
Дубильные вещества	24,9	32,5	**28,7**
Среднее для эксперимента	22,2	21,3	

Следует убедиться, что в обоих экспериментах очень низким уровнем вариабельности характеризовалось содержание сухих веществ, а низким – пектиновых веществ, наряду с которыми, столь же низким уровнем межвариантных различий на менее плодородной почве (ЭБ), отмечено количество растворимых сахаров, а на более плодородной (КФХ) – аскорбиновая кислота. Заметим, что похожие результаты для данных показателей получены нами в более ранних исследованиях генотипических особенностей биохимического состава плодов голубики [15], что, очевидно, является биологической особенностью данного вида. При этом их общая доля в обоих экспериментах не превышала 22 %, тогда как основной вклад в формирование качественного состава плодов голубики вносили признаки со средним и повышенным уровнями изменчивости (табл. 3).

Таблица 3

Относительная доля показателей биохимического состава плодов *V. corymbosum* с разным уровнем изменчивости в рамках полевых опытов с применением стимуляторов роста, %

Table 3

Relative proportion of biochemical composition indicators of *V. corymbosum* fruits with different levels of variability in field experiments using growth stimulants, %

Уровень изменчивости, кол./%	ЭБ	КФХ
Очень низкий (< 7)	1 / 7	1 / 7
Низкий (8–12)	2 / 15	2 / 15
Средний (13–20)	3 / 21	5 / 36
Повышенный (21–40)	7 / 50	5 / 36
Очень высокий (> 41)	1 / 7	1 / 7

Следует отметить, что в опыте на менее плодородной почве относительная доля показателей со средним уровнем вариабельности заметно уступала таковой признакам с ее повышенным уровнем при сопоставимости их долей в опыте на более плодородной почве на фоне отчетливо выраженных различий в спектрах соответствующих им органических соединений. При этом в обоих полевых экспериментах лишь для содержания в плодах собственно антоцианов выявлен средний уровень изменчивости, к которому в опыте на менее плодородной почве отнесены также параметры накопления аскорбиновой кислоты и катехинов, а на более плодородной – таковые гидроксикоричных кислот, растворимых сахаров, общее количество антоциановых пигментов и биофлавоноидов (см. табл. 2).

Касаемо показателей с повышенным уровнем изменчивости, то в обоих экспериментах к таковым следовало отнести содержание в плодах свободных органических кислот, дубильных веществ, лейкоантоцианов и флавонолов, причем в двух последних случаях получены практически идентичные на почвах с разным уровнем плодородия значения коэффициентов вариации. Наряду с данными соединениями, повышенным уровнем вариабельности на менее плодородной почве отмечено содержание гидроксикоричных кислот, общее количество антоциановых пигментов и биофлавоноидов, а на более плодородной – только катехинов. При этом независимо от уровня плодородия почвы, лишь в единичном случае – для показателя сахарокислотного индекса – выявлен очень высокий уровень изменчивости, обусловленный, на наш взгляд, более выраженным влиянием стимуляторов роста на содержание свободных органических кислот, нежели растворимых сахаров (см. табл. 2).

Таким образом, в данных исследованиях отчетливо проявилось заметное влияние эдафического фактора на изменчивость 14 биохимических характеристик плодов голубики в рамках полевых экспериментов с применением испытываемых препаратов. Так, в опыте на более плодородной почве отмечены более низкие, чем на менее плодородной, значения коэффициентов вариации для содержания титруемых, аскорбиновой и гидроксикоричных кислот, суммарного количества антоциановых пигментов и биофлавоноидов, но при этом более высокие для содержания сухих и дубильных веществ, растворимых сахаров, катехинов и показателя сахарокислотного индекса. При этом уровень плодородия почвы не оказывал заметного влияния на изменчивость содержания пектиновых веществ, собственно антоцианов, лейкоантоцианов и флавонолов, что подтверждалось сходством значений коэффициентов вариации данных соединений в обоих экспериментах.

Вместе с тем, несмотря на выявленные разноориентированные различия в уровне изменчивости 14 биохимических характеристик плодов голубики, наличие при этом определенного сходства в нем у ряда показателей (см. табл. 2) позволило расположить анализируемые признаки в соответствии с увеличением усредненных в обоих экспериментах значений коэффициентов вариации, указывающим на усиление их зависимости от совокупного влияния уровня плодородия почвы и испытываемых стимуляторов роста в следующей последовательности: **сухие вещества < пектиновые вещества < растворимые сахара < аскорбиновая кислота < собственно антоцианы < сумма антоциановых пигментов < сумма биофлавоноидов < катехины < гидроксикоричные кислоты < флавонолы < дубильные вещества < свободные органические кислоты < лейкоантоцианы < сахарокислотный индекс.**

Если исходить из посыла, что первые 4 позиции в приведенном ряду занимают признаки, обладающие наибольшей, а последние 4 – признаки с наименьшей устойчивостью к воздействию обозначенных факторов, то следовало признать параметры накопления сухих и пектиновых веществ, растворимых сахаров и аскорбиновой кислоты наиболее стабильными показателями биохимического состава плодов голубики, тогда как таковые дубильных веществ, титруемых кислот, лейкоантоцианов и величину сахарокислотного индекса – наименее стабильными. Заметим, что довольно близкие результаты получены нами ранее при исследовании генотипической изменчивости биохимического состава плодов интродуцированных видов семейств E*ricaceae* и A*ctinidiaceae* в условиях Беларуси [15].

Заключение

В результате проведенных исследований дана комплексная оценка изменчивости 14 биохимических параметров плодов *Vaccinium corymbosum* L. при применении препаратов Оксидат торфа и Экоберит на почвах с контрастным уровнем плодородия в рамках полевых экспериментов, где средний коэффициент вариации по всему комплексу признаков составил 22,2 % на участке ЭБ и 21,3 % на участке КФХ.

Показано, что усиление минерального питания опытных растений способствовало снижению уровня вариабельности в рамках полевого эксперимента параметров накопления свободных органических (до 13,17 %), аскорбиновой (до 630,8 мг/100 г) и гидроксикоричных кислот (до 1767 мг/100 г), общего количества антоциановых пигментов (до 6580 мг/100 г) и биофлавоноидов (до 11020 мг/100 г), но при этом ее увеличению у содержания сухих (до 19,80 %) и дубильных веществ (до 4,83 %), растворимых сахаров (до 53,0 %), катехинов (до 855 мг/100 г) и показателя сахарокислотного индекса

(до 11,4). При этом уровень плодородия почвы на фоне испытываемых агроприемов не оказывал влияния на изменчивость содержания пектиновых веществ, собственно антоцианов, лейкоантоцианов и флавонолов.

Установлено, что наиболее выраженной устойчивостью к воздействию эдафического фактора при использовании стимуляторов роста характеризовались параметры накопления в плодах сухих и пектиновых веществ, растворимых сахаров и аскорбиновой кислоты, тогда как наименее устойчивыми к ним следовало признать содержание дубильных веществ, титруемых кислот, лейкоантоцианов и величину сахарокислотного индекса.

Библиографические ссылки

1. Семыкин ВА, Пигорев ИЯ, Тарасов АА, Глинушкин АП, Плыгун СА, Сычева ИИ. Микробные препараты и регулятор роста как средства биологизации земледелия. *Российский журнал сельскохозяйственных и социально-экономических наук*. 2016;11(59):3–9.

2. Беляев АА, Шпатова ТВ, Штерншис МВ, Лутов ВИ, Леляк АА, Леляк АИ, Юдушкин ВВ. Влияние штаммов бактерий рода *Bacillus* на адаптацию, рост и вегетативное размножение садовой земляники. *Достижения науки и техники АПК*. 2026;3:16–19.

3. Albayrak CB. Bacillus Species as Biocontrol Agents for Fungal Plant Pathogens. In: Bacilli and Agrobiotechnology: Phytostimulation and Biocontrol. Bacilli in Climate Resilient Agriculture and Bioprospecting [Internet, cited 2026 April 17]. Cham: Springer; 2019. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-030-15175-1_1.

4. Schilder A, Isaacs R, Hanson E, Cline B, Longstroth M. A Pocket Guide to IPM Scouting in Highbush Blueberries. Michigan: Michigan State University; 2008. 141 p.

5. Рупасова ЖА, Павловский НБ, Коломиец ЭИ, Пилипчук Т. Влияние биологических средств защиты и регуляции роста растений на питательную и витаминную ценность плодов голубики высокорослой. *Наука и инновации*. 2025;10(272):59–65.

6. Рупасова ЖА, Павловский НБ, Саян АС, Ушакова АВ, Авраменко СН, Коломиец ЭИ, Мандрик-Литвинкович МН, Алещенкова ЗМ. *Влияние уровня плодородия почвы на биохимический состав плодов голубики высокорослой на фоне применения биологических препаратов рострегулирующего действия*. В: *Сборник научных трудов «Ботаника (исследования)»*. Минск: ИЭБ НАН Беларуси; 2025. с. 262–274.

7. Ермакова ЕИ, редактор. *Методы биохимического исследования растений.* Ленинград: Агропромиздат; 1987. 430 с.

8. Марсов НГ. *Фитохимическое изучение и биологическая активность брусники, клюквы и черники [диссертация]*. Пермь: Пермская государственная фармацевтическая академия; 2006. с. 99–101.

9. Кусакина МГ, Суворов ВИ, Чудинова ЛА. *Большой практикум «Биохимия». Лабораторные работы.* Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет; 2012. 148 с.

10. Swain T, Hillis W. The phenolic constituents of Prunus Domestica. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1959;10(1):63–68.

11. Скорикова ЮГ, Шафтан ЭА. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах. В: *Труды 3 Всесоюзного семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод*. Свердловск: [б. и.]; 1968. с. 451–461.

12. Андреев ВЮ, Калинкина ГИ, Коломиец НЭ, Исайкина НВ. Методика определения антоцианов в плодах аронии черноплодной. *Фармация.* 2013;3:19–21.

13. *Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье. Государственная фармакопея СССР. Выпуск 1. Общие методы анализа*. Москва: Медицина; 1987. с. 286–287.

14. Зайцев ГН. *Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике*. Москва: Наука; 1973. 256 с.

15. Рупасова ЖА, Гаранович ИМ, Шпитальная ТВ, Павловский НБ, Гончарова ЛВ, Василевская ТИ, Криницкая НБ, Павловская АГ, Пигуль МЛ, Фролова ЛВ. Генотипическая изменчивость биохимического состава плодов интродуцированных видов семейств *Ericaceae* и *Actinidiaceae* в условиях Беларуси. *Известия НАН Беларуси. Серия биологических наук*. 2019;64(4):403–410.

References

1. Semykin VA, Pigorev IY, Tarasov AA, Glinushkin AP, Plygun SA, Sycheva II. *Mikrobnye preparaty i regulyator rosta kak sredstva biologizacii zemledeliya* [Microbial preparations and growth regulator as a means of biologization of agriculture]. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences.* 2016;11(59):3–9. Russian.

2. Belyaev AA, Shpatova TV, Shternshis MV, Lutov VI, Lelyak AA, Lelyak AI, Yudushkin VV. *Vliyanie shtammov bakterij roda Bacillus na adaptaciyu, rost i vegetativnoe razmnozhenie sadovoj zemlyaniki* [Influence of bacteria strains of the genus Bacillus on adaptation, growth and vegetative reproduction of wild strawberry]. D*ostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC]. 2026;3:16–19. Russian.

3. Albayrak CB. Bacillus Species as Biocontrol Agents for Fungal Plant Pathogens. In: Bacilli and Agrobiotechnology: Phytostimulation and Biocontrol. Bacilli in Climate Resilient Agriculture and Bioprospecting [Internet, cited 2026 April 17]. Cham: Springer; 2019. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-030-15175-1_1.

4. Schilder A, Isaacs R, Hanson E, Cline B, Longstroth M. A Pocket Guide to IPM Scouting in Highbush Blueberries. Michigan: Michigan State University; 2008. 141 p.

5. Rupasova ZA, Pavlovsky NB, Kolomiets EI, Pilipchuk T. *Vliyanie biologicheskih sredstv zashchity i regulyacii rosta rastenij na pitatel'nuyu i vitaminnuyu cennost' plodov golubiki vysokorosloj* [Influence of biological means of protection and regulation of plant growth on the nutritional and vitamin value of highbush blueberry fruits]. *Nauka i innovacii* [Science and Innovations]. 2025;10(272):59–65. Russian.

6. Rupasova ZA, Pavlovsky NB, Sayan AS, Ushakova AV, Avramenko SN, Kolomiets EI, Mandrik-Litvinkovich MN, Aleshchenkova ZM. *Vliyanie urovnya plodorodiya pochvy na biohimicheskij sostav plodov golubiki vysokorosloj na fone primeneniya*

biologicheskih preparatov rostereguliruyushchego dejstviya [Influence of soil fertility level on the biochemical composition of highbush blueberry fruits against the background of the use of biological preparations of growth-regulating action]. In: Collection of Scientific Papers «Botany (Research)». Minsk: IEB NAN Belarusi; 2025. p. 262–274. Russian.

7. Ermakova EI, editor. *Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenij* [Methods of biochemical investigation of plants]. Leningrad: Agropromizdat; 1987. 430 p. Russian.

8. Marsov NG. *Fitohimicheskoe izuchenie i biologicheskaya aktivnost' brusniki, klyukvy i cherniki* [Phytochemical study and biological activity of lingonberry, cranberry and blueberry] [dissertation]. Perm: Perm State Pharmaceutical Academy; 2006. p. 99–101. Russian.

9. Kusakina MG, Suvorov VI, Chudinova LA. *Bol'shoj praktikum «Biohimiya». Laboratornye raboty* [Large practicum «Biochemistry». Laboratory works]. Perm: Perm State National Research University; 2012. 148 p. Russian.

10. Swain T, Hillis W. The phenolic constituents of Prunus Domestica. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1959;10(1):63–68.

11. Skorikova YG, Shaftan EA. *Metodika opredeleniya antocianov v plodakh i yagodakh* [Methodology for determining anthocyanins in fruits and berries]. In: *Trudy 3 Vsesoyuznogo seminara po biologicheski aktivnym (lechebnym) veshchestvam plodov i yagod* [Proceedings of the 3rd All-Union Seminar on Biologically Active (Medicinal) Substances of Fruits and Berries]. Sverdlovsk: [publisher unknown]; 1968. p. 451–461. Russian.

12. Andreev VY, Kalinkina GI, Kolomiets NE, Isaikina NV. *Metodika opredeleniya antocianov v plodakh aronii chernoplodnoj* [Methodology for determination of anthocyanins in Aronia melanocarpa fruits]. *Farmaciya* [Pharmacy]. 2013;3:19–21. Russian.

13. *Opredelenie soderzhaniya dubil'nyh veshchestv v lekarstvennom rastitel'nom syr'e. Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR. Vypusk 1. Obshchie metody analiza* [Determination of the tannin content in medicinal plant raw materials. State Pharmacopoeia of the USSR. Volume 1. General methods of analysis]. Moscow: Meditsina; 1987. p. 286–287. Russian.

14. Zaitsev GN. *Metodika biometricheskih raschetov. Matematicheskaya statistika v eksperimental'noj botanike* [Methodology of biometric calculations. Mathematical statistics in experimental botany]. Moscow: Nauka; 1973. 256 p. Russian.

15. Rupasova ZA, Garanovich IM, Shpitalnaya TV, Pavlovsky NB, Goncharova LV, Vasilevskaya TI, Krinitskaya NB, Pavlovskaya AG, Pigul ML, Frolova LV. *Genotipicheskaya izmenchivost' biohimicheskogo sostava plodov introducirovannyh vidov semejstv Ericaceae i Actinidiaceae v usloviyah Belarusi* [Genotypic variability of the biochemical composition of fruits of introduced species of the families Ericaceae and Actinidiaceae in the conditions of Belarus]. *Izvestiya NAN Belarusi. Seriya biologicheskih nauk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series]. 2019;64(4):403–410. Russian.

Статья поступила в редколлегию 04.05.2026.
Received by editorial board 04.05.2026.