

Научная статья

УДК 634.739:631.89
DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.09

Оценка эффективности нового органоминерального удобрения при выращивании голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.)

Сергей Сергеевич Макаров¹

кандидат сельскохозяйственных наук

Вера Сергеевна Виноградова²

доктор сельскохозяйственных наук

Юлия Валерьевна Смирнова³

кандидат сельскохозяйственных наук

Аннотация. Исследована эффективность применения нового гранулированного органоминерального удобрения при выращивании растений голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.), полученных методом микрклонального размножения. Разработанный авторами состав органоминерального удобрения отличается от имеющихся на рынке более сбалансированным соотношением макро- и микроэлементов (NPK 8:8:8, Fe – 0,5 %, Zn – 0,2 %, Cu – 0,4 %), наличием биоугмута и споровых форм бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13 и *B. tucilaginosus*, *Azotobakter chroococcum* (в составе препаратов Бисолбифит, Фосфатовит и Азотовит). Применение нового гранулированного органоминерального удобрения позволило получить наиболее высокую урожайность плодов голубики – 190,2 г/куст, что существенно больше (на 26,7–30,0 г/куст), чем в вариантах с минеральными удобрениями. Сбор сухого вещества и сахаров увеличился на 3,14–4,36 г/куст и 4,63–4,85 г/куст и составил 20,52 и 22,61 г/куст соответственно. Содержание витамина С в ягодах практически не изменилось. Применение нового гранулированного органоминерального удобрения в технологии выращивания голубики узколистной способствует оптимальной обеспеченности растений необходимыми макро- и микроэлементами на протяжении всего вегетационного периода и положительно влияет на ее продуктивность.

Ключевые слова: органоминеральное удобрение, микрофлора, агрохимический состав почвы, урожайность голубики, сбор сухого вещества и сахаров.

Для цитирования: Макаров С.С., Виноградова В.С., Смирнова Ю.В. Оценка эффективности нового органоминерального удобрения при выращивании голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) // Лесохозяйственная информация. 2022. № 3. С.105–111. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.09

¹Центрально-европейская лесная опытная станция, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, ведущий научный сотрудник (Кострома, Российская Федерация), makarov_serg44@mail.ru

²Костромская государственная сельскохозяйственная академия, профессор (Кострома, Российская Федерация), verochka_54@list.ru

³Костромская государственная сельскохозяйственная академия, доцент (Кострома, Российская Федерация), smirnova_karavaevo@mail.ru

Original article

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.09

Evaluation of the Effectiveness of a new Organomineral Fertilizer in the Cultivation of Narrow-Leaved Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.)

Sergey S. Makarov¹

Candidate of Agricultural Sciences

Vera S. Vinogradova²

Doctor of Agricultural Sciences

Yulia V. Smirnova³

Candidate of Agricultural Sciences

Abstract. The article is devoted to the study of the effectiveness of the use of a new granular organo-mineral fertilizer (OMU) for the cultivation of narrow-leaved blueberries (*Vaccinium angustifolium* Ait.). The object of the study was narrow-leaved blueberry plants obtained by clonal micropropagation. The composition of organomineral fertilizer developed by us differs from those available on the market by a more balanced ratio of macro- and microelements (NPK 8:8:8, Fe – 0.5 %, Zn – 0.2 %, Cu – 0.4 %), the presence of biohumate and spore forms of bacteria *Bacillus subtilis* H-13 and *B. mucilaginosus*, *Azotobakter chroococcum* (as part of preparations *Bisolbiphite*, *Phosphatovite* and *Azotovite*). The use of a new granular organomineral fertilizer made it possible to obtain the highest yield of blueberry fruits 190.2 g/bush, which is significantly higher compared to the options with mineral fertilizers by 26.7–30.0 g/bush. The collection of dry matter and sugar increased by 3.14–4.36 g/bush and 4.63–4.85 g/bush, respectively, and amounted to. The content of vitamin C in berries has not changed much. The use of a new granular organomineral fertilizer in the technology of growing narrow-leaved blueberries contributes to the optimal provision of plants with the necessary macro- and microelements throughout the growing season and has a positive effect on its productivity.

Keywords: organomineral fertilizer, microflora, agrochemical composition of the soil, blueberry yield, collection of dry matter and sugar.

For citation: Makarov S., Vinogradova V., Smirnova Y. Evaluation of the Effectiveness of a new Organomineral Fertilizer in the Cultivation of Narrow-Leaved Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) // Forestry information. 2022. № 3. P. 105–111. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.09

¹ Central European Forestry Experimental Station, Branch of the Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Senior Researcher (Kostroma, Russian Federation), makarov_serg44@mail.ru

² Kostroma State Agricultural Academy, Associate Professor (Kostroma, Russian Federation), verochka_54@list.ru

³ Kostroma State Agricultural Academy, docent (Kostroma, Russian Federation), smirnova_karavaevo@mail.ru

Введение

Голубика (*Vaccinium angustifolium* Ait.) – одно из лесных ягодных растений, возделыванием которого начали заниматься только в XX в. Многими авторами отмечено, что для нормального роста и развития, а также обильного плодоношения голубика нуждается в подкормках минеральными удобрениями, в основном азотными, фосфорными и калийными. Кальций, магний и серу используют в меньших количествах, но иногда возникает необходимость их периодического внесения. Эти элементы восполняются путем добавки таких веществ, как гипс, доломит, порошковая сера, известняк. Разовое применение этих веществ дает эффект на несколько лет. Кроме того, в небольших количествах требуются такие элементы, как бор, марганец, медь, цинк, железо, молибден, кобальт. Большинство почв содержит достаточное количество микроэлементов, поэтому их вносят только тогда, когда есть симптомы их дефицита [1–6].

В настоящее время комплексных удобрений для повышения продуктивности голубики узколистной разработано мало. В связи с этим создание удобрений, улучшающих условия ее корневого питания, является актуальной проблемой. Цель наших исследований – определить эффективность нового органоминерального удобрения при культивировании голубики узколистной.

Объекты и методика исследований

Объект исследования – растения голубики узколистной, полученные методом микроклонального размножения. Для данного вида нами было разработано новое органоминеральное удобрение (ОМУ) со сбалансированным составом макро- и микроэлементов: NPK 8:8:8, Fe – 0,5 %, Zn – 0,2 %, Cu – 0,4 %. Состав удобрения сформирован в соответствии с биологическими особенностями культуры – в частности, с учетом потребности растений в макро- и микроэлементах. Для повышения защитных и минерализационных свойств на гранулы удобрения нанесли биогумат,

который содержит споровые формы бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13 и *B. mucilaginosus*, *Azotobacter chroococcum* (в составе препаратов Бисолбифит, Фосфатовит и Азотовит), характеризующихся высокой биологической активностью и обладающих способностью к минерализации сложных веществ и трансформации органо- и минералфосфатов в доступную для растений форму, а также к фиксации атмосферного азота.

Для сравнительного анализа эффективности нового удобрения применяли следующие минеральные удобрения:

Растворин для Вересковых – комплексное минеральное удобрение, состав: N – 20 %, P₂O₅ – 16 %, K₂O – 10 %, S – 5,6 %, Mn – 0,1 %, Cu – 0,01 %, B – 0,01 %, Zn – 0,01 %, Mo – 0,001 %;

Азофоска – комплексное минеральное удобрение, состав: N – 16 %, P – 16 %, K – 16 %.

Опыты проводили в лабораторных условиях на торфяном субстрате в 4-х вариантах: 1. Контроль (торф без удобрений); 2. Торф + Растворин для Вересковых в дозе 6 г/кг; 3. Торф + Азофоска в дозе 4 г/кг; 4. Торф + новое органоминеральное удобрение (ОМУ) в дозе 6,4 г/кг. Объем сосуда – 2,5 л, повторность – 4-кратная.

Химические анализы образцов растительного материала и грунта выполняли в лабораториях массовых анализов центра сертификации ГСАС «Костромская». Агрохимический анализ почвы осуществляли в соответствии с ГОСТ 26483–85 (рН солевой вытяжки), ГОСТ Р 54650–2011 п. 9.2 и 9.3 (подвижный фосфор и подвижный калий по методу Кирсанова), ГОСТ 26951–86 (азот нитратов), ГОСТ 26489–85 (обменный аммоний).

Содержание сухого вещества, аскорбиновой кислоты и сахаров анализировали в соответствии с методами биохимических исследований растений А.И. Ермакова [7].

Учет численности основных физиологических групп микроорганизмов проводили согласно рекомендациям, изложенным в руководстве Э. Сеги [8], на твердых питательных средах: аммонификаторов – на мясопептонном агаре (МПА); фосфатрастворяющих – глюкозо-аспарагиновом агаре (ГАА); микромицетов – среде Чапека; азотфиксаторов – среде Эшби.

Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли с помощью программ Microsoft Office Excel 2016 и AGROS v.2.11. Достоверность результатов оценивали с помощью наименьшей существенной разности на 5 %-м уровне значимости ($НСР_{05}$) [9].

Результаты и обсуждение

Голубика очень требовательна к почве, и именно это служит серьезным препятствием для ее распространения. Для промышленного производства голубики очень важно поддерживать в почве оптимальное содержание макро- и микроэлементов и кислотность почвенного раствора на уровне рН 2,8–4,0. Не менее важным показателем является биологическая активность почвы. Поскольку новый вид удобрений содержит бактериальный консорциум, была установлена численность основных физиологически ценных групп почвенных микроорганизмов в разных субстратах (табл. 1).

В целом субстраты для выращивания голубики небогаты микрофлорой. При использовании минеральных удобрений в субстратах преобладали микромицеты, их численность колебалась на уровне 360–370 тыс. КОЕ/г. Количество гетеротрофных аммонифицирующих бактерий была в 2,0–2,5 раза выше, чем в контроле (рис. 1), – 40–50 тыс. КОЕ/г. Низкими в этих вариантах были показатели фосфорных бактерий

и азотфиксаторов – 20–30 и 10–20 тыс. КОЕ/г соответственно.

При внесении в субстрат под голубику нового вида органоминерального удобрения соотношение бактериальной и грибной микрофлоры изменилось. Существенно повысилась численность аммонифицирующих бактерий – до 160 тыс. КОЕ/г, что в 3–4 раза выше, чем в вариантах с применением минеральных удобрений (рис. 2). Численность грибной микрофлоры несколько снизилась и составила 210 тыс. КОЕ/г, однако превышала контрольные показатели, что указывает на более благоприятные условия, сложившиеся в ризосфере растений голубики.

Почвенная микрофлора играет важную роль в переводе труднодоступных соединений в подвижные и легкоусвояемые для растений формы. Агрохимический анализ субстратов с внесением различных видов удобрений при выращивании голубики подтвердил большее накопление подвижных соединений макроэлементов и более сбалансированное их соотношение в варианте с использованием нового органоминерального удобрения (табл. 2).

Так, содержание фосфора повысилось на 4,3–4,6 мг/кг, калия – на 21,5–38,4, азота – на 13,7–17,2 мг/кг. Корреляционный анализ установил тесную связь между накоплением азота в почве и численностью свободноживущих азотфиксаторов ($r = 0,859$), а также тесную связь ($r = 0,518$) между содержанием подвижного фосфора и численностью фосфатрастворяющих

Таблица 1. Численность основных групп почвенных микроорганизмов при использовании разных видов удобрений

ВАРИАНТ	Численность, тыс.КОЕ/г			
	Аммонификаторы	Микромицеты	Фосфатмобилизирующие	Азотфиксаторы
Контроль (торф)	20	180	20	20
Торф + Растворин для Вересковых, 6 г/кг	50	360	30	20
Торф + Азофоска, 4 г/кг	40	370	20	10
Торф + новое ОМУ, 6,4 г/кг	160	210	60	30



Рис. 1. Учет численности почвенных микроорганизмов в контрольном варианте: на среде Чапека (вверху) и на МПА (внизу) (ориг.)



Рис. 2. Учет численности почвенных микроорганизмов в варианте с внесением нового удобрения: на среде Чапека (вверху) и на МПА (внизу) (ориг.)

Таблица 2. Агрохимические показатели почвы при использовании разных удобрений для выращивания голубики узколистной

ВАРИАНТ	рН	СОДЕРЖАНИЕ, МГ/КГ		
		Фосфор	Калий	Азот общий
Контроль (торф)	2,7	16,5	51,2	<2,5
Торф + Растворин для Вересковых, 6 г/кг	3,2	21,8	52,0	8,6
Торф + Азофоска, 4 г/кг	2,8	21,5	68,9	12,1
Торф + новое ОМУ, 6,4 г/кг	3,8	26,1	90,4	25,8

бактерий. Условия, сложившиеся в субстратах с внесением различных видов удобрений, отразились на функциональной активности растений голубики. Что касается макроэлементов, то для нормального роста голубики их требуется ежегодно восполнять. Доза удобрений зависит от типа почвы, возраста и этапа развития растений, а также от типа самих удобрений. В литературных источниках нет единого мнения о дозах и соотношении в них отдельных компонентов.

Вследствие гранулированной формы нового органоминерального удобрения минерализация происходит медленно, основные элементы высвобождаются из гранулы при участии микрофлоры постепенно, они не вымываются и не улетучиваются в отличие от питательных элементов, содержащихся в минеральных удобрениях. Таким образом, органоминеральные гранулированные удобрения имеют пролонгированное действие и не требуют дополнительных подкормок растений в течение вегетационного

периода. В связи с постоянным притоком макро- и микроэлементов у растений повышается продуктивность, улучшаются показатели качества плодов (табл. 3).

Применение нового гранулированного органоминерального удобрения позволило получить достоверно более высокую урожайность плодов голубики (190,2 г/куст), чем вариантах с минеральными удобрениями, – на 26,7–30,0 г/куст,

Выводы

Применение нового гранулированного органоминерального удобрения оказывает положительное влияние на продуктивность голубики узколистной. Оно способствует оптимальной обеспеченности растений голубики необходимыми макро- и микроэлементами на протяжении всего вегетационного периода, поскольку

ТАБЛИЦА 3. Урожайность и качество плодов голубики узколистной

ВАРИАНТ	Урожайность, г/куст	Сахара, %	СБОР САХАРОВ, г/РАСТЕНИЕ	ОБЩАЯ КИСЛОТНОСТЬ, %	СУХОЕ ВЕЩЕСТВО, %	СБОР СУХОГО ВЕЩЕСТВА, г/РАСТЕНИЕ	ВИТАМИН С, мг/%
Контроль (торф)	150,1	10,2	15,30	0,60	9,8	14,70	9,4
Торф + Растворин для Вересковых 6 г/кг	163,5	11,0	17,98	0,57	10,3	17,38	10,6
Торф + Азофоска 4 г/кг	160,2	11,1	17,76	0,71	10,1	16,16	10,2
Торф + новое ОМУ 6,4 г/кг	190,2	11,9	22,61	0,60	10,8	20,52	10,4

* НСР₀₅ = 9,603

или на 14–16 %. Методом парных корреляций установлена тесная связь между урожаем, численностью фосфатрастворяющих фосфорных бактерий и содержанием подвижного фосфора – на уровне 92–95 % ($R^2 = 0,92–0,95$). Сбор сухого вещества и сахаров увеличился на 3,14–4,36 г/куст и 4,63–4,85 г/куст соответственно.

В вариантах с применением минеральных удобрений и нового ОМУ содержание витамина С в плодах повысилось на 0,8–1,2 мг/% по сравнению с контролем.

подвижные соединения не вымываются, а удерживаются гранулой и имеют пролонгированное действие. Использование нового гранулированного органоминерального удобрения позволило получить более высокую урожайность плодов голубики – 190,2 г/куст, что существенно выше (на 26,7–30,0 г/куст) относительно вариантов с минеральными удобрениями. Сбор сухого вещества и сахаров увеличился на 3,14–4,36 г/куст и 4,63–4,85 г/куст соответственно и составил 20,52 и 22,61 г/куст.

Список источников

1. Баландина, Т.П. Голубика обыкновенная: Номенклатура, внутривидовая систематика и географическое распространение / Т.П. Баландина // Биологическая флора Московской области. – Т. 7. – Москва : изд-во МГУ, 1983– С. 177–187.
2. Баранова, И.И. Содержание химических веществ у ягод черники и голубики различных местообитаний / И.И. Баранова, Л.М. Смирнова, Г.Ф. Ершова // Ресурсы ягодных и лекарственных растений и методы их изучения. – Петрозаводск, 1975. – С. 79–81.
3. Горбунов, А.Б. Особенности роста и продуктивность голубики в условиях культуры / А.Б. Горбунов, Ю.М. Днепровский, Т.И. Снакина // Новые пищевые растения. – Новосибирск : Наука, 1978. – С. 61–77.
4. Arnold, J.T. Chlorosis in Blueberries: A Soil-plant Investigation / J.T. Arnold, L.F. Thompson // Journal of Plant Nutrition. – 1982. – V. 5. – P. 747–753.
5. Bailey, J.S. The Nutritional Status of the Cultivated Blueberry as Revealed by Leaf Analysis / J.S. Bailey, C.T. Smith, R.T. Weatherby // Proc. of the American Society for Horticultural Science. – 1949. – V. 54. – P. 205–208.
6. Doughty, C.C. Highbush Blueberry Production in Washington and Oregon / C.C. Doughty, E.B. Adams, L.W. Martin. – Washington State University (USA), 1981. – 25 p.
7. Методы биохимического исследования растений : 3-е изд., перераб. и доп. / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош [и др.]. – Ленинград : Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.
8. Сэги, Й. Методы почвенной микробиологии / Йозеф Сэги ; пер. с венг. И.Ф. Куренного. – Москва : Колос, 1983. – 296 с.
9. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник ; изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. / Б.А. Доспехов. – Москва : Альянс, 2011. – 350 с.

References

10. Balandina, T.P. Golubika obyknovennaya: Nomenklatura, vnutrividovaya sistematika i geograficheskoe rasprostranenie / T.P. Balandina // Biologicheskaya flora Moskovskoj oblasti. – T. 7. – Moskva : izd-vo MGU, 1983– S. 177–187.
11. Baranova, I.I. Soderzhanie himicheskikh veshchestv u yagod cherniki i golubiki razlichnyh mestoobitanij / I.I. Baranova, L.M. Smirnova, G.F. Ershova // Resursy yagodnyh i lekarstvennyh rastenij i metody ih izucheniya. – Petrozavodsk, 1975. – S. 79–81.
12. Gorbunov, A.B. Osobennosti rosta i produktivnost' golubiki v usloviyah kul'tury / A.B. Gorbunov, Yu.M. Dneprovskij, T.I. Snakina // Novye pishchevye rasteniya. – Novosibirsk : Nauka, 1978. – S. 61–77.
13. Arnold, J.T. Chlorosis in Blueberries: A Soil-plant Investigation / J.T. Arnold, L.F. Thompson // Journal of Plant Nutrition. – 1982. – V. 5. – P. 747–753.
14. Bailey, J.S. The Nutritional Status of the Cultivated Blueberry as Revealed by Leaf Analysis / J.S. Bailey, C.T. Smith, R.T. Weatherby // Proc. of the American Society for Horticultural Science. – 1949. – V. 54. – P. 205–208.
15. Doughty, C.C. Highbush Blueberry Production in Washington and Oregon / C.C. Doughty, E.B. Adams, L.W. Martin. – Washington State University (USA), 1981. – 25 p.
16. Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenij : 3-e izd., pererab. i dop. / A.I. Ermakov, V.V. Arasimovich, N.P. Yarosh [i dr.]. – Leningrad : Agropromizdat. Leningr. otd-nie, 1987. – 430 s.
17. Segi, J. Metody pochvennoj mikrobiologii / Jozhef Segi ; per. s veng. I.F. Kurenogo. – Moskva : Kolos, 1983. – 296 s.
18. Dospikhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) : uchebnik ; izd. 6-e, ster., perepech. s 5-go izd. 1985 g. / B.A. Dospikhov. – Moskva : Al'yans, 2011. – 350 s.