

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И МИКРОБНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПАРАМЕТРЫ ПЛОДОНОШЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ В ПЛОДАХ ГОЛУБИКИ НА ВЫРАБОТАННОМ УЧАСТКЕ ТОРФЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА СЕВЕРЕ БЕЛАРУСИ

Ж. А. РУПАСОВА¹⁾, А. П. ЯКОВЛЕВ¹⁾, З. М. АЛЕЩЕНКОВА²⁾, Э. И. КОЛОМИЕЦ²⁾, П. Н. БЕЛЫЙ¹⁾,
А. М. НИКОЛАЙЧУК¹⁾, М. Н. ВАШКЕВИЧ¹⁾, И. В. САВОСЬКО¹⁾

¹⁾Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси,
ул. Сурганова, 2в, 220012, Минск, Беларусь

²⁾Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси, ул. Купревича, 2, 220141, Минск, Беларусь

Приведены результаты сравнительного исследования в опытной культуре на рекультивируемом участке торфяной выработки морфометрических, биопродукционных и биохимических характеристик плодов *V. angustifolium* и межвидовых гибридов Northcountry и Northblue на фоне внесения полного минерального (N16P16K16) и ряда микробных удобрений – жидкого препарата Маклор в концентрациях 10 и 50 %, жидкого и сухого препарата Агромик, а также жидкого препарата Бактопин при дифференцированном и совместном применении.

Показано, что усиление минерального питания модельных таксонов голубики не оказывало значимого влияния на размерные параметры плодов, но способствовало увеличению их урожайности на 17–26 %, по сравнению

Образец цитирования:

Рупасова Ж. А., Яковлев А. П., Алещенкова З. М., Коломиец Э. И., Белый П. Н., Николайчук А. М., Вашкевич М. Н., Савосько И. В. Влияние минеральных и микробных удобрений на параметры плодоношения и содержание органических кислот в плодах голубики на выработанном участке торфяного месторождения на севере Беларуси // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экология. 2017. № 4. С. 100–106.

For citation:

Rupasova Z. A., Yakovlev A. P., Aleschenkova Z. M., Kolomiets E. I., Bely P. N., Nikolaichuk A. M., Vashkevich M. N., Savosko I. V. Influence of mineral and microbial fertilizers on fruiting parameters and the content of organic acids in the fruits of blueberry on opencast peatland in conditions of the north of Belarus. *J. Belarus. State Univ. Ecol.* 2017. No. 4. P. 100–106 (in Russ.).

Авторы:

Рупасова Жанна Александровна – доктор биологических наук, член-корреспондент НАН Беларуси; заведующий лабораторией химии растений.

Яковлев Александр Павлович – кандидат биологических наук, доцент; заведующий лабораторией экологической физиологии растений.

Алещенкова Зинаида Михайловна – доктор биологических наук; заведующий лабораторией взаимоотношений микроорганизмов почвы и высших растений института микробиологии.

Коломиец Эмилия Ивановна – доктор биологических наук, член-корреспондент НАН Беларуси; директор института микробиологии, заведующий лабораторией средств биологического контроля.

Белый Павел Николаевич – кандидат биологических наук; старший научный сотрудник лаборатории экологической физиологии растений.

Николайчук Алла Михайловна – кандидат биологических наук; старший научный сотрудник лаборатории экологической физиологии растений.

Вашкевич Марина Николаевна – младший научный сотрудник лаборатории экологической физиологии растений.
Савосько Ирина Валерьевна – младший научный сотрудник лаборатории химии растений.

Authors:

Zhanna A. Rupasova, doctor of sciences (biology), corresponding member of NAS of Belarus, professor; head of epy laboratory of chemistry of plants.

J.Rupasova@cbg.org.by

Alexander P. Yakovlev, PhD (biology), associate professor; head of the laboratory of ecological physiology of plants.

A.Yakovlev@cbg.org.by

Zinaida M. Aleschenkova, doctor of sciences (biology); head of the laboratory of interrelations between microorganisms of soil and higher plants.

aleschenkova@mbio.bas-net.by

Emilia I. Kolomiets, doctor of sciences (biology), corresponding member of NAS of Belarus; director of the institute of microbiology, head of the laboratory of biological control means.

kolomiets@mbio.bas-net.by

Pavel N. Bely, PhD (biology); senior researcher of the laboratory of ecological physiology of plants.

pavel.bely@tut.by

Alla M. Nikolaichuk, PhD (biology); senior researcher of the laboratory of ecological physiology of plants.

A.Nikolaichuk@cbg.org.by

Marina N. Vashkevich, junior researcher of the laboratory of ecological physiology of plants.

marivashkevich@yandex.ru

Irina V. Savosko, junior researcher of the laboratory of chemistry of plants.

irinay@tut.by

с контролем, при наиболее выраженном эффекте на фоне N16P16K16, и при внесении 50 %-ного удобрения Ма-Клор (*V. angustifolium* и сорт Northcountry), а также препарата Агромик (сорт Northblue). Наименьшая прибавка урожайности имела место на фоне внесения препарата Бактопин.

Внесение и микробных, и минеральных удобрений в основном способствовало обогащению плодов голубики на 5–21 % сухими веществами, по сравнению с контролем, при выраженном в разной степени, в зависимости от генотипа растений и вида удобрения, обеднении их свободными органическими и аскорбиновой кислотами на 4–50 % и 7–29 % соответственно при наиболее значительном проявлении ответной реакции у узколистного вида.

Ключевые слова: выработанный торфяник; рекультивация; минеральные удобрения; микробные препараты; эффективность; ягоды голубики; биохимический состав.

INFLUENCE OF MINERAL AND MICROBIAL FERTILIZERS ON FRUITING PARAMETERS AND THE CONTENT OF ORGANIC ACIDS IN THE FRUITS OF BLUEBERRY ON OPENCAST PEATLAND IN CONDITIONS OF THE NORTH OF BELARUS

Z. A. RUPASOVA^a, A. P. YAKOVLEV^a, Z. M. ALESCHENKOVA^b, E. I. KOLOMIETS^b, P. N. BELY^a,
A. M. NIKOLAICHUK^a, M. N. VASHKEVICH^a, I. V. SAVOSKO^a

^aThe Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus,
Surganova street, 2c, 220012, Minsk, Belarus

^bThe Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus,
Kuprevicha street, 2, 220141, Minsk, Belarus

Corresponding author: A.Yakovlev@cbg.org.by

The paper deals with the results of a comparative study of morphometric, bioproduction and biochemical characteristics of *Vaccinium angustifolium* fruits and the intraspecific hybrids of Northcountry and Northblue (grown in the experimental culture at the recultivated opencast peatland in the north of the Republic) against the background of full mineral (N16P16K16) and microbial (liquid preparation «MaKlor» in concentrations of 10 and 50 %; liquid and dry forms of «Agromik» preparation; liquid preparation «Bactopin») fertilizers application under differentiated and joint application.

Found that the enhancement of the mineral nutrition of examined blueberry taxa did not have a significant effect on the size of the fruits, but contributed to an increase in their yield by 17–26 %, compared with the control. The most significant differences revealed against the background of N16P16K16 with 50 % fertilizer «MaKlor» (*V. angustifolium* and Northcountry variety), as well as «Agromik» preparation (Northblue variety). The least increase in yield took place against the background of the application of «Bactopin».

The use of both microbial and mineral fertilizers contributed to the enrichment of blueberry fruits with dry substances (by 5–21 % compared to the control), with a pronounced depletion of free organic and ascorbic acids by 4–50 % and 7–29 %, respectively, with the most significant manifestation of the response in a narrow-leaved species.

Key words: opencast peatland; recultivation; mineral fertilizers; microbial preparations; effectiveness; blueberries fruits; biochemical composition.

Введение

Одним из наиболее эффективных приемов возвращения в хозяйственный оборот земель, нарушенных добычей торфа, является их фиторекультивация на основе создания локальных агроценозов ягодных растений сем. Ericaceae (Вересковые). Однако, как показал практический опыт, повышение плодородия выработанных торфяных месторождений с помощью средств химизации недостаточно эффективно. Это обусловлено значительными затратами на приобретение и внесение дорогостоящих минеральных удобрений, что увеличивает себестоимость конечной продукции и приводит к загрязнению окружающей среды вредными веществами. Наиболее перспективным представляется использование в фиторекультивационных целях микробно-растительных ассоциаций, способствующих активизации микробиологических и биохимических процессов в остаточном слое торфяной залежи. При этом будет обеспечено не только введение их в органическое земледелие, но и получение экологически чистой, экспортоориентированной высоковитаминной ягодной продукции.

В настоящее время в Институте микробиологии НАН Беларуси в рамках ГНТП «Промышленные биотехнологии» уже создан ряд микробных удобрений на основе ассоциативных азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий, положительно влияющих на развитие сельскохозяйственных культур [1; 2]. Вместе с тем до настоящего времени не было проведено испытаний микробных препаратов на ягодных растениях сем. *Ericaceae* в специфических условиях существования на участках выработанных торфяных месторождений, характеризующихся чрезвычайно низким уровнем плодородия и сильнонокислой реакцией почвенного раствора. В этой связи представлялось необходимым проведение комплексных исследований ответной реакции малотребовательных к уровню обеспеченности питательными элементами интродуцированных ягодных растений голубики на применение данных препаратов.

Материалы и методы исследования

В условиях сезона 2017 г. на выработанном участке торфяного месторождения «Журавлевское» (Докшицкий р-н Витебской обл.) было проведено сравнительное исследование влияния полного минерального и трех видов разработанных в Институте микробиологии НАН Беларуси микробных удобрений – МаКлор, Агромик и Бактопин на параметры плодоношения и содержания свободных органических и аскорбиновой кислот в плодах узколистной голубики *V. angustifolium* и сортов Northcountry и Northblue, являющихся межвидовыми гибридами голубики (*V. angustifolium* × *V. corymbosum*).

Полевые опыты были заложены на участке сильнонокислого ($\text{pH}_{\text{КС1}} - 2,8$), малоплодородного (содержание P_2O_5 и K_2O не более 12–15 и 11–21 мг/кг соответственно), полностью лишённого растительности остаточного слоя донного торфа средней степени разложения, представленного сфагново-древесно-пушицевой ассоциацией. Схема опыта включала 6 вариантов в трехкратной повторности: 1 – контроль, без внесения удобрений; 2 – луночное внесение в мае и июне 10 %-ного раствора жидкого удобрения МаКлор (0,5 л / растение) в сочетании с сухим микоризным удобрением Агромик из расчета 100 г на 10 л рабочего раствора, или 5,5 г на 1 растение; 3 – луночное внесение в мае и июне 50 %-ного раствора жидкого удобрения МаКлор (0,5 л / растение); 4 – луночное внесение в мае и июне жидкого препарата Агромик (0,5 л / растение); 5 – луночное внесение в мае и июне жидкого препарата Бактопин (0,5 л / растение) в сочетании с сухим микоризным удобрением Агромик (100 г на 10 л рабочего раствора, или 5,5 г на 1 растение); 6 – луночное внесение в почву NPK 16:16:16 кг/га д. в., или 5 г на 1 растение. В каждом варианте опыта было высажено по 18 растений голубики.

В период плодоношения растений определяли величину ягодной продукции, среднюю массу плодов, а также их усредненные линейные параметры (длину и диаметр).

Исследование биохимического состава зрелых плодов исследуемых интродуцентов осуществляли по трем показателям. В свежих усредненных пробах плодов повариантно определяли содержание: сухих веществ – по ГОСТ 28561-90 [3]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [4]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [4]

Результаты и обсуждение

Поскольку полевой эксперимент с применением минеральных и микробных удобрений проводился с молодыми растениями голубики, вступившими в период плодоношения только в 2017 г., то их урожайность в данном сезоне, отмеченном весьма сложными погодными условиями с недостатком тепла и избытком влаги, была весьма незначительной. Как и следовало ожидать, межвидовые гибриды Northcountry и Northblue характеризовались более крупными, чем у *V. angustifolium*, плодами, а их размерные параметры изменялись по вариантам опыта в данном таксономическом ряду в следующих диапазонах: по длине 0,82–0,91, 0,84–0,97 и 0,75–0,88 см соответственно, по диаметру – 0,65–0,74, 0,65–0,70 и 0,63–0,77 см и по средней массе плода 0,39–0,51, 0,44–0,53 и 0,38–0,47 г (табл. 1). Обращают на себя внимание более мелкие размеры плодов межвидовых гибридов голубики, по сравнению с установленными нами в этом же районе исследований, но в более благоприятные сезоны 2009 и 2010 гг. [5]. Поскольку на начальном этапе плодоношения растений, как правило, реализуется лишь незначительная часть их репродуктивных возможностей, то урожайность модельных сортов голубики была сравнительно невысокой и варьировалась в рамках эксперимента в диапазонах 102,8–128,5, 103,6–131,5 и 107,2–129,7 г/растение соответственно.

Сравнительная узость приведенных диапазонов варьирования размерных параметров плодов модельных таксонов голубики в рамках полевого эксперимента, на наш взгляд, свидетельствовала как о генетической детерминированности данных признаков, так и об их устойчивости к действию испытывавшихся агроприемов, что подтверждалось отсутствием статистически значимых межвариантных различий в рамках эксперимента (табл. 1). Лишь в единичных случаях – в 3-м, 5-м и 6-м вариантах опыта, на фоне внесения 50 %-ного раствора удобрения МаКлор, препарата Бактопин и N16P16K16

отмечено достоверное изменение формы плода *V. angustifolium* в сторону его удлинения на 10–12 %, по сравнению с контролем.

Таблица 1

Урожайность и морфометрические параметры плодов растений голубики в вариантах полевого опыта

Table 1

Productivity and morphometric parameters of blueberry fruits in the field experiment

Вариант опыта	Длина, см		Диаметр, см		Длина/Диаметр		Масса, г		Урожайность, г/растение	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>
<i>V. angustifolium</i>										
1	0,82±0,14	–	0,77±0,14	–	1,07±0,01	–	0,46±0,17	–	102,8±1,5	–
2	0,76±0,15	0,29	0,69±0,13	0,42	1,10±0,05	0,59	0,40±0,15	0,26	124,2±2,3	2,90*
3	0,88±0,13	0,31	0,73±0,12	0,22	1,20±0,04	3,15*	0,43±0,17	0,12	126,2±3,4	3,74*
4	0,76±0,11	0,34	0,68±0,11	0,51	1,11±0,03	1,26	0,40±0,08	0,32	124,2±4,6	2,67*
5	0,75±0,11	0,39	0,63±0,12	0,76	1,19±0,04	2,91*	0,38±0,11	0,40	122,6±3,5	3,47*
6	0,88±0,13	0,31	0,74±0,12	0,16	1,18±0,02	4,92*	0,47±0,15	0,04	128,5±5,2	2,84*
Сорт <i>Northcountry</i>										
1	0,84±0,09	–	0,67±0,10	–	1,24±0,08	–	0,39±0,09	–	103,6±2,8	–
2	0,91±0,09	0,55	0,68±0,10	0,07	1,34±0,03	1,17	0,47±0,09	0,63	127,5±3,2	3,69*
3	0,89±0,09	0,39	0,67±0,09	0	1,33±0,03	1,05	0,47±0,10	0,59	131,5±4,7	2,83*
4	0,87±0,08	0,25	0,67±0,08	0	1,30±0,04	0,67	0,45±0,09	0,47	128,9±3,9	2,82*
5	0,82±0,09	0,16	0,65±0,11	0,13	1,27±0,03	0,35	0,39±0,10	0	123,8±2,1	3,54*
6	0,85±0,09	0,08	0,74±0,10	0,49	1,28±0,04	0,45	0,51±0,11	0,84	130,0±3,5	3,75*
Сорт <i>Northblue</i>										
1	0,91±0,09	–	0,65±0,10	–	1,40±0,12	–	0,46±0,09	–	107,2±2,9	–
2	0,85±0,12	0,40	0,70±0,09	0,37	1,36±0,05	0,31	0,53±0,10	0,52	126,1±3,6	3,37*
3	0,97±0,10	0,45	0,70±0,08	0,39	1,38±0,07	0,14	0,44±0,09	0,16	126,9±3,1	3,46*
4	0,87±0,11	0,28	0,70±0,11	0,34	1,25±0,01	1,25	0,48±0,11	0,14	129,0±4,4	3,51*
5	0,84±0,12	0,47	0,68±0,10	0,21	1,23±0,05	1,31	0,51±0,09	0,39	125,5±3,3	3,34*
6	0,85±0,09	0,47	0,65±0,11	0	1,38±0,01	0,17	0,49±0,11	0,24	129,7±5,9	2,60*

Примечание. (*) – статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с контролем при $P < 0,05$.

Сравнительная узость приведенных диапазонов варьирования размерных параметров плодов модельных таксонов голубики в рамках полевого эксперимента, на наш взгляд, свидетельствовала как о генетической детерминированности данных признаков, так и об их устойчивости к действию испытывавшихся агроприемов, что подтверждалось отсутствием статистически значимых межвариантных различий в рамках эксперимента (табл. 1). Лишь в единичных случаях – в 3-м, 5-м и 6-м вариантах опыта, на фоне внесения 50 %-ного раствора удобрения МаКлор, препарата Бактопин и $N_{16}P_{16}K_{16}$ отмечено достоверное изменение формы плода *V. angustifolium* в сторону его удлинения на 10–12 %, по сравнению с контролем.

В отличие от размерных параметров плодов голубики, для показателя средней урожайности в удобрявшихся вариантах опыта было выявлено весьма существенное превышение контрольных значений при сравнительно узких диапазонах его варьирования в рамках эксперимента, составлявших соответственно 19,3–25,0, 19,5–25,5 и 17,1–21,0 %. При этом максимальные различия с контролем по урожайности плодов всех модельных сортов голубики были установлены на фоне $N_{16}P_{16}K_{16}$, а также либо при внесении 50 %-ного раствора удобрения МаКлор (у *V. angustifolium* и сорта *Northcountry*), либо жидкого препарата Агромик (сорт *Northblue*). Наименьшая же прибавка урожайности у всех сортов голубики в данном сезоне была отмечена в варианте опыта с внесением жидкого препарата Бактопин в сочетании с сухим микоризным удобрением Агромик.

Сравнительное исследование влияния минеральных и микробных удобрений на биохимический состав плодов модельных таксонов голубики в данном сезоне показало, что испытывавшиеся агроприемы

оказали весьма заметное влияние не только на продукционные характеристики, но и на их биохимический состав плодов, причем в характере данного влияния проявились существенные таксономические различия. Как следует из табл. 2, содержание сухих веществ в плодах *V. angustifolium*, а также межвидовых гибридов Northcountry и Northblue варьировалось в рамках полевого опыта в довольно близких между собой диапазонах значений (соответственно): 15,5–18,8 %, 15,6–17,7 % и 16,8–18,1 % при содержании в сухой массе свободных органических кислот от 3,76 до 7,56 %, от 5,14 до 6,92 % и от 4,56 до 7,37 % соответственно и аскорбиновой кислоты от 285,2 до 398,7 мг %, от 277,3 до 339,9 мг % и от 288,3 до 357,6 мг % соответственно. Заметим, что данные таксоны голубики в этом же районе исследований, но в более благоприятные по погодным условиям сезоны характеризовались существенно большим накоплением в плодах и титруемых, и аскорбиновой кислот при меньшем содержании сухих веществ [5].

Таблица 2

Содержание сухих веществ и органических кислот (в сухой массе) в плодах голубики в опытной культуре

Table 2

The content of dry matter and organic acids (in dry mass) in blueberry fruits in the experimental culture

Вариант опыта	Сухие вещества, %		Органические кислоты		Длина/Диаметр	
			титруемые, %		аскорбиновая, мг /%	
	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>
<i>V. angustifolium</i>						
1	15,5±0,3	—	7,56±0,05	—	398,7±10,5	—
2	18,7±0,1	11,8*	4,51±0,06	–41,6*	343,5±8,7	–4,1*
3	16,0±0,3	1,3	4,27±0,03	–57,5*	324,3±10,4	–5,0*
4	18,5±0,5	5,3*	3,79±0,03	–68,0*	285,2±12,9	–6,8*
5	18,8±0,2	9,9*	4,04±0,03	–65,6*	321,0±8,9	–5,7*
6	17,4±0,3	5,5*	3,76±0,05	–54,5*	297,4±9,5	–7,2*
Сорт Northcountry						
1	17,3±0,4	—	6,30±0,03	—	338,5±3,7	—
2	15,6±0,2	–3,6*	6,17±0,03	–2,1	339,9±10,4	0,1
3	15,8±0,1	–3,8*	6,05±0,03	–5,4*	315,5±4,6	–3,9*
4	17,7±0,3	0,7	6,84±0,03	12,0*	310,7±3,7	–5,4*
5	16,5±0,4	–1,4	6,92±0,03	13,2*	277,3±14,1	–4,2*
6	17,0±0,2	–0,7	5,14±0,06	–16,9*	290,3±15,3	–3,1*
Сорт Northblue						
1	16,8±0,1	—	7,25±0,03	—	357,6±9,9	—
2	18,0±0,2	3,1*	4,56±0,03	–67,1*	302,4±9,2	–4,1*
3	18,1±0,1	7,6*	6,68±0,03	–13,4*	288,3±14,7	–3,9*
4	17,7±0,1	6,2*	4,86±0,05	–39,8*	307,4±9,4	–3,7*
5	17,0±0,3	0,4	7,37±0,03	2,7	320,8±9,8	–2,8*
6	17,8±0,1	6,4*	4,74±0,03	–59,2*	306,5±9,3	–3,8*

Примечание. Прочерк означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $P < 0,05$.

Вместе с тем влияние испытывавшихся агроприемов на данные характеристики биохимического состава плодов модельных таксонов голубики оказалось весьма неоднозначным. Так, применение и микробных, и минеральных удобрений в большинстве случаев способствовало активизации накопления сухих веществ в плодах *V. angustifolium* и сорта Northblue, по сравнению с контролем, тогда как для сорта Northcountry, напротив, было показано либо снижение их содержания на 9–10 % (в обоих вариантах опыта с применением препарата МаКлор), либо отсутствие достоверного влияния на данный показатель (табл. 3). При этом в плодах узколистной голубики, на фоне внесения микробных удобрений, за исключением варианта с использованием 50 %-ного раствора препарата МаКлор, отмечено сходное по относительной величине (в пределах 19–21 %) увеличение, по сравнению с контролем, содержания

сухих веществ. Подобное увеличение данного показателя в варианте с внесением полного минерального удобрения было заметно ниже и не превышало 12 %.

Таблица 3

Относительные различия с контролем вариантов полевого опыта с внесением удобрений по биохимическим характеристикам плодов голубики, %

Table 3

Relative differences in the biochemical characteristics of blueberry fruits in field experiments with fertilization, % of control

Показатель	Варианты опыта				
	2	3	4	5	6
	<i>V. angustifolium</i>				
Сухие вещества	+20,6	–	+19,4	+21,3	+12,3
Свободные органические кислоты	–40,3	–43,5	–49,9	–46,6	–50,3
Аскорбиновая кислота	–13,8	–18,7	–28,5	–19,5	–25,4
	Сорт <i>Northcountry</i>				
	2	3	4	5	6
	<i>V. angustifolium</i>				
Сухие вещества	–9,8	–8,7	–	–	–
Свободные органические кислоты	–	–4,0	+8,6	+9,8	–18,4
Аскорбиновая кислота	–	–6,8	–8,2	–18,1	–14,2
	Сорт <i>Northblue</i>				
	2	3	4	5	6
	<i>V. angustifolium</i>				
Сухие вещества	+7,1	+7,7	+5,4	–	+6,0
Свободные органические кислоты	–37,1	–7,9	–33,0	–	–34,6
Аскорбиновая кислота	–15,4	–19,4	–14,0	–10,3	–14,3

Примечание. Прочерк означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $P < 0,05$.

Превышение контрольного уровня содержания сухих веществ в плодах сорта *Northblue* на фоне внесения удобрений оказалось менее выразительным, чем у *V. angustifolium* (в пределах 5–8 %), причем в варианте опыта с совместным использованием препаратов Бактопин и Агромик достоверного изменения данного показателя не выявлено вовсе. Наряду с этим, у *V. angustifolium* и сорта *Northblue* обозначились сходные по знаку тенденции в рамках эксперимента и в изменении содержания в плодах свободных органических кислот, проявившиеся более выразительно, как и в предыдущем случае, у первого таксона (табл. 3). Внесение микробных и минеральных удобрений способствовало заметному ингибированию в них биосинтеза титруемых кислот, на что указывало снижение их содержания по сравнению с контролем на 40–50 % у узколистного вида и на 8–37 % у сорта *Northblue*. В отличие от этих таксонов голубики, у сорта *Northcountry* ингибирующее действие удобрений на накопление в плодах титруемых кислот проявилось намного слабее, причем оно имело место лишь на фоне применения 50%-ного раствора препарата МаКлор и $N_{16}P_{16}K_{16}$, что проявилось в снижении их содержания, по сравнению с контролем на 4 и 18 % соответственно. При этом в варианте опыта с использованием 10 %-ного раствора препарата МаКлор достоверных изменений в содержании титруемых кислот выявлено не было, а в обоих вариантах опыта с применением препарата АгроМик имело место не обеднение, а напротив, обогащение плодов этими соединениями на 9–10 % по сравнению с контролем. Обращает на себя внимание, что наиболее существенное обеднение плодов всех трех таксонов голубики свободными органическими кислотами установлено на фоне внесения полного минерального удобрения.

Все испытывавшиеся агроприемы оказали выраженное в разной степени ингибирующее действие на биосинтез в плодах голубики не только титруемых, но и аскорбиновой кислоты. Как следует из табл. 3, ее содержание в плодах узколистного вида во всех удобрявшихся вариантах опыта уступало таковому в контроле на 14–29 % при наибольших различиях, как и в содержании титруемых кислот, на фоне внесения препарата Агромик и полного минерального удобрения. Подобные различия с контролем у межвидовых гибридов оказались менее значительными, особенно у сорта *Northcountry*, и варьировались в рамках эксперимента в интервале от 7 до 18 %. При этом наибольшее обеднение плодов сорта *Northcountry* аскорбиновой кислотой наблюдалось в варианте опыта с совместным внесением препаратов Бактопин и Агромик, тогда как сорта *Northblue* – на фоне применения 50 %-ного раствора

препарата МаКлор. Следует заметить, что у сорта *Northcountry* внесение 10 %-ного раствора препарата МаКлор не оказало достоверного влияния на содержание в плодах ни аскорбиновой, ни свободных органических кислот.

Заключение

В результате сравнительного исследования в опытной культуре на рекультивируемом участке торфяной выработки морфометрических, биопродукционных и биохимических характеристик плодов *V. angustifolium* и межвидовых гибридов *Northcountry* и *Northblue* на фоне внесения полного минерального ($N_{16}P_{16}K_{16}$) и ряда микробных удобрений – жидкого препарата МаКлор в концентрациях 10 и 50 %, жидкого и сухого препарата Агромик, а также жидкого препарата Бактопин при дифференцированном и совместном применении установлено следующее:

- Усиление минерального питания модельных таксонов голубики не оказывало значимого влияния на размерные параметры плодов, но способствовало увеличению их урожайности на 17–26 % (по сравнению с контролем) при наиболее выраженном эффекте на фоне $N_{16}P_{16}K_{16}$, и при внесении 50 %-ного удобрения МаКлор (*V. angustifolium* и сорт *Northcountry*), а также препарата Агромик (сорт *Northblue*). Наименьшая прибавка урожайности имела место на фоне внесения препарата Бактопин.

- Внесение и микробных, и минеральных удобрений в основном способствовало обогащению плодов голубики на 5–21 % сухими веществами (по сравнению с контролем) при выраженном в разной степени в зависимости от генотипа растений и вида удобрения, обеднении их свободными органическими и аскорбиновой кислотами на 4–50 % и 7–29 % соответственно при наиболее значительном проявлении ответной реакции у узколистного вида.

Библиографические ссылки

1. Алещенкова З. М. Микробные удобрения для стимуляции роста и развития растений // Наука и инновации. 2015. № 8 (150). С. 66–67.
2. Соловьева Е. А. Микробный препарат АгроМик для стимуляции роста и развития тритикале // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты : сб. науч. тр. Минск, 2013.
3. Методы определения сухих веществ: ГОСТ 8756.2-82. Введ. 01.01.1983. М., 1982.
4. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. Ленинград, 1987.
5. Рупасова Ж. А., Яковлев А. П. Фиторекультивация выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси на основе культивирования ягодных растений сем. *Ericaceae*. Минск, 2011.

References

1. Aleshchenkova Z. M. [Microbial fertilizers for stimulation of plant growth and development]. *Sci. and innovat.* 2015. No. 8(150). P. 66–67 (in Russ.).
2. Solovjeva E. A. [Microbial AgroMic preparation for stimulation of growth and development of triticale]. *Microbial biotechnologies: fundamental and applied aspects*: coll. sci. tr. Minsk, 2013 (in Russ.).
3. [Methods for the determination of dry matter: JOST 8756.2-82. Introol. 01.01.1983]. Moscow, 1982 (in Russ.).
4. Ermakova A. I. (ed.). [Methods biochemical study of plants]. Leningrad, 1987 (in Russ.).
5. Rupasova J. A., Yakovlev A. P. [Phytorecultivation of opencast peatlands on the basis of cultivation of berry plants of the family *Ericaceae* in conditions of the north of Belarus]. Minsk, 2011 (in Russ.).

Статья поступила в редколлегию 27.11.2017
Received by editorial board 27.11.2017