

**ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА НАКОПЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ  
И УГЛЕВОДОВ В ПЛОДАХ *OXUSOCCUS MACROCARPUS* AIT. PERS.  
НА ВЫРАБОТАННОМ ТОРФЯНИКЕ ВЕРХОВОГО ТИПА  
В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ**

Ж. А. РУПАСОВА<sup>1</sup>, А. П. ЯКОВЛЕВ<sup>1</sup>, Н. Б. КРИНИЦКАЯ<sup>1</sup>, В. С. ЗАДАЛЯ<sup>1</sup>, П. Н. БЕЛЫЙ<sup>1</sup>,  
Т. В. ШПИТАЛЬНАЯ<sup>1</sup>, Э. И. КОЛОМИЕЦ<sup>2</sup>, З. М. АЛЕЩЕНКОВА<sup>2</sup>, И. Н. АНАНЬЕВА<sup>2</sup>,  
Л. Е. КАРТЫЖОВА<sup>2</sup>, Н. Г. КЛИШЕВИЧ<sup>2</sup>, Т. М. КАРБАНОВИЧ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,  
ул. Сурганова, 2в, г. Минск, 220012, Беларусь,  
e-mail: rupasova@basnet.by

<sup>2</sup>ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси»,  
ул. акад. Купревича, 2, г. Минск, 220141, Беларусь,  
e-mail: microbio@mbio.bas-net.by

<sup>3</sup>Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь,  
ул. Кирова, 15, г. Минск, 220030, Беларусь,  
e-mail: veget@mshp.gov.by

**АННОТАЦИЯ**

Приведены результаты сравнительного исследования в 2019–2020 гг. параметров накопления ряда органических кислот и углеводов в плодах клюквы крупноплодной на фоне внесения минерального удобрения «Basacote Plus 6М», микробного препарата «МаКлоР» в 5- и 10%-ной концентрациях и некорневых обработок «Экогум-комплексом» при выращивании на рекультивируемых участках выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений верхового типа в Смолевичском р-не Минской обл. и в расположенном на 250 км севернее Докшицком р-не Витебской обл. Установлено значительное влияние географического фактора на содержание в плодах обозначенных соединений, степень которого определялась генотипом растений, видом удобрений и характером погодных условий вегетационного периода.

В обоих районах исследований, независимо от гидротермического режима сезона, внесение всех видов удобрений оказывало в основном позитивное влияние на накопление в плодах углеводов на фоне ингибирования биосинтеза органических кислот, особенно в южном районе, что обуславливало увеличение сахарокислотного индекса, наиболее выраженное при обработках «Экогум-комплексом».

*Ключевые слова:* выработанный торфяник, клюква крупноплодная, сорта, плоды, минеральные и органические удобрения, свободные органические, аскорбиновая и гидроксикоричные кислоты, растворимые сахара, сахарокислотный индекс, пектиновые вещества, Беларусь.

**ВВЕДЕНИЕ**

В связи с оптимизацией режима минерального питания клюквы крупноплодной (*Oxusoccus macrocarpus* Ait. Pers.) при выращивании на рекультивируемых площадях выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Беларуси представляется целесообразным дать сравнительную оценку эффективности применения минеральных и органических удобрений, обеспечивающих снижение химической нагрузки на субстрат за счет биологических механизмов стимуляции ростовых и биопродукционных процессов и способствующих получению экологически чистой, высоковитаминной ягодной продукции интродуцента. Для реализации этой цели было осуществлено испытание на сортах клюквы разных сроков созревания новых видов удобрений – минерального комплексного гранулированного пролонгированного действия «Basacote Plus 6М» (N<sub>15</sub>P<sub>8</sub>K<sub>12</sub> кг/га д. в.) производства компании СОМРО (Германия), а также двух видов органических удобрений нового поколения – «Экогум-комплекс» и соответствующего биологической природе вересковых микробного препарата «МаКлоР». Первое из них – производства УП «Белуниверсалпродукт» (РБ) – полностью натуральное гуминовое органическое удобрение нового поколения с повышенной физиологической активностью, созданное на основе вытяжки из торфа с добавлением макро- и микроэлементов. Входящие в состав препарата гуми-

новые и фульвокислоты оказывают непосредственное влияние на клеточные мембраны, повышая их проницаемость и обеспечивая транспорт минеральных соединений в активные метаболические зоны растений. Микробный препарат «МаКлоР» создан в Институте микробиологии НАН Беларуси специально для обработки почвы и корневой системы микроклональных и вегетирующих растений рода *Vaccinium*, являющихся, как и *Oxycoccus macrocarpus*, представителями сем. *Ericaceae*. Его основой являются азотфиксирующие бактерии и арбускулярно-микоризные грибы, входящие в состав препарата, которые размножаются на поверхности корневой системы и способствуют накоплению биологического азота и фосфора, стимулирующего у растений развитие ризосферы и ростовую функцию [1, 2].

До настоящего времени ни в отечественной, ни в зарубежной литературе не встречались сведения по испытанию микробных препаратов, созданных на основе азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих и ростстимулирующих микроорганизмов, на малотребовательных к питанию растениях клюквы в специфических условиях существования на участках выработанных торфяников, характеризующихся чрезвычайно низким уровнем естественного плодородия и сильно-кислой реакцией почвенного раствора. При этом эффективность данных препаратов в условиях Беларуси была исследована лишь на растениях голубики высокорослой [3]. Применительно же к растениям клюквы крупноплодной особый научный и практический интерес представляло исследование влияния экологически безопасных видов удобрений на формирование биохимического состава плодов, важнейшими характеристиками которого являются параметры накопления органических кислот и углеводов, в значительной степени определяющие их органолептические свойства.

#### МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование влияния минерального и органических удобрений на накопление в плодах клюквы крупноплодной ряда органических кислот и углеводов были выполнены в 2019–2020 гг. на примере двух модельных сортов *O. macrocarpus* – *Ben Lear* (из раннеспелых) и *Stevens* (из позднеспелых) в Смолевичском (Минская обл.) и Докшицком (Витебская обл.) районах, расположенных друг от друга на расстоянии 250 км, в рамках однотипных полевых экспериментов с 5-вариантной схемой: **1** – контроль, без внесения удобрений; **2** – припосадочное (в мае) луночное внесение удобрения «Basacote Plus 6M» из расчета 1,5 г под растение; **3** – некорневая обработка вегетирующих растений раствором удобрения «Экогум-комплекс» в концентрации 15 мл на 3 л воды из расчета 75 мл на растение; **4** – припосадочное (в мае) луночное внесение 5%-ного раствора препарата «МаКлоР» из расчета 0,2 л под растение; **5** – припосадочное (в мае) луночное внесение 10%-ного раствора препарата «МаКлоР» из расчета 0,2 л под растение. Повторность опытов трехкратная, в каждом варианте было высажено по 15 растений каждого сорта клюквы крупноплодной.

В период съемной зрелости плодов опытных растений повариантно определяли содержание: сухих веществ – по ГОСТ 28561-90 [4]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [5]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [5]; гидроксикоричных кислот (в пересчете на хлорогеновую) – спектрофотометрическим методом [6]; растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом по Дюбойсу [7]; пектиновых веществ – кальциево-пектатным методом [5]. Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Microsoft Excel.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Годы исследований характеризовались контрастным характером погодных условий вегетационного периода. Так, первый из них был отмечен неравномерным выпадением незначительного количества атмосферных осадков при существенных колебаниях преимущественно повышенного температурного фона – чрезвычайно высокого в июне и несколько пониженного в июле и августе, тогда как второй отличался умеренно прохладной и дождливой погодой, особенно в первой половине сезона.

На фоне погодных условий сезона 2019 г. плоды сортов *Ben Lear* и *Stevens* в Смолевичском р-не Минской обл. и сорта *Stevens* в Докшицком р-не Витебской обл. характеризовались довольно близкими между собой диапазонами варьирования в рамках эксперимента количественных характеристик биохимического состава, составлявших для содержания сухих веществ соответственно – 12,5–14,1 %, 12,0–15,4 и 11,3–13,2 % при содержании в сухой массе свободных органических кислот – 16,5–21,6 %, 15,5–21,2 и 18,3–22,6 %; аскорбиновой кислоты – 373,6–468,0 мг/100 г, 383,2–467,4 и 364,7–539,7 мг/100 г; гидроксикоричных кислот – 658,3–739,3 мг/100 г, 642,7–670,2 и 488,8–757,0 мг/100 г; растворимых сахаров – 22,0–31,0 %, 21,3–31,0 и 21,5–25,5 %; пектиновых веществ – 5,45–7,26 %, 5,86–7,13 и 5,66–7,18 %. Значительное содержание титруемых кислот в плодах опытных растений в сочетании со сравнительно невысоким количеством растворимых сахаров обусловило низкие значения их сахарокислотного индекса, определяемого соотношением данных показателей и характеризующего вкусовые свойства ягодной продукции. При этом изменения его значений в рамках эксперимента составляли 1,10–1,75, 1,06–1,60 и 1,05–1,36 соответственно.

На фоне погодных условий вегетационного периода 2020 г. диапазоны варьирования в рамках эксперимента количественных характеристик биохимического состава плодов сортов *Ben Lear* и *Stevens* в Смолевичском р-не Минской обл. и сорта *Stevens* в Докшицком р-не Витебской обл. составляли соответственно: для содержания сухих веществ – 11,9–13,2 %, 11,2–12,9 и 13,2–14,6 % при содержании в сухой массе свободных органических кислот – 19,7–23,6 %, 21,5–23,3 и 17,5–18,7 %; аскорбиновой кислоты – 436,2–506,8 мг/100 г, 447,1–515,9 и 323,0–384,7 мг/100 г; гидроксикоричных кислот – 598,0–660,0 мг/100 г, 561,2–676,2 и 584,2–662,5 мг/100 г; растворимых сахаров – 21,3–27,7 %, 27,7–33,3 и 20,7–27,0 %; пектиновых веществ – 5,22–6,40 %, 5,40–6,53 и 5,14–6,14 %. При этом значения сахарокислотного индекса плодов опытных объектов изменялись в диапазонах 0,90–1,35, 1,22–1,49 и 1,10–1,54 соответственно.

Нетрудно убедиться в наличии заметных межсезонных различий диапазонов варьирования исследуемых показателей, что однозначно свидетельствовало о существенном влиянии гидро-термического режима вегетационного периода на биохимический состав плодов клюквы крупноплодной. При этом в Смолевичском р-не Минской обл. во второй год наблюдений преобладание прохладной и дождливой погоды в период вегетации растений обусловило сходные у обоих сортов изменения в содержании в плодах отдельных соединений по сравнению с предыдущим сезоном. Это подтверждалось смещением диапазонов варьирования содержания свободных органических и аскорбиновой кислот в область более высоких, а содержания сухих веществ, гидроксикоричных кислот и пектиновых веществ в область более низких значений при наличии сортовых различий в изменении аналогичных диапазонов содержания растворимых сахаров, для которых, как и для показателя сахарокислотного индекса плодов, показано их смещение в область более низких значений у раннеспелого сорта и более высоких у позднеспелого.

В отличие от Смолевичского р-на Минской обл. в Докшицком р-не Витебской обл. во втором сезоне у сорта *Stevens* наблюдалось заметное обогащение плодов сухими веществами на фоне обеднения свободными органическими, аскорбиновой и в меньшей степени гидроксикоричными кислотами при отсутствии различий диапазонов варьирования остальных показателей. Наиболее же объективное представление о степени межрегиональных различий количественных характеристик биохимического состава плодов клюквы в отдельных вариантах опыта на примере сорта *Stevens* можно составить по данным табл. 1. Они свидетельствуют о том, что направленность статистически значимых различий и их относительные размеры определялись видом используемых удобрений и химической природой исследуемых соединений.

Так, в первый год исследований, несмотря на сравнительно небольшое расстояние между опытными стационарами, в Докшицком р-не плоды этого сорта в большинстве вариантов опыта оказались беднее своих аналогов в Смолевичском р-не на 9–11 % свободными органическими кислотами, на 5–15 % аскорбиновой кислотой, на 13–21 % растворимыми сахарами при меньших на 4–34 % значениях сахарокислотного индекса, свидетельствовавших об их более кислом вкусе, но при относительной сопоставимости параметров накопления пектиновых веществ. При этом для северного региона была показана на 7–18 % более выраженная, чем в южном, активизация накопления в плодах сорта *Stevens* гидроксикоричных кислот.

Таблица 1. Межрегиональные различия (Докшицкий р-н / Смолевичский р-н) биохимических характеристик плодов сорта *Stevens Oxycoccus macrocarpus* в вариантах полевого опыта в годы исследований, %

Показатель	Варианты опыта				
	Контроль	«Basacote Plus 6М»	«Экогум-комплекс»	5%-ный «МаКлоР»	10%-ный «МаКлоР»
<b>2019 г.</b>					
Сухие вещества	-14,3	-20,4	<b>+10,0</b>	<b>+6,6</b>	-
Свободные органические кислоты	<b>+18,1</b>	<b>+20,2</b>	-11,3	-9,9	-8,9
Аскорбиновая кислота	-4,8	<b>+14,1</b>	-11,6	<b>+20,0</b>	-15,3
Гидроксикоричные кислоты	<b>+17,8</b>	-27,1	<b>+11,4</b>	<b>+7,3</b>	<b>+13,1</b>
Растворимые сахара	-	-21,0	-17,7	-13,4	-
Сахарокислотный индекс	-14,6	-34,4	-7,5	-3,7	<b>+10,4</b>
Пектиновые вещества	-3,4	-	-	<b>+5,5</b>	-
<b>2020 г.</b>					
Сухие вещества	-	<b>+22,7</b>	<b>+17,1</b>	<b>+19,8</b>	<b>+25,0</b>
Свободные органические кислоты	-19,7	-19,3	-13,0	-18,6	-23,9
Аскорбиновая кислота	-14,0	-31,6	-26,1	-17,3	-29,9
Гидроксикоричные кислоты	<b>+16,4</b>	<b>+3,3</b>	<b>+7,2</b>	-4,8	<b>+14,8</b>
Растворимые сахара	-26,9	-27,9	-16,0	-32,7	-
Сахарокислотный индекс	-9,8	-10,7	-3,4	-17,2	<b>+26,2</b>
Пектиновые вещества	-4,8	-5,9	-4,5	-	-6,0

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

Определение межрегиональных различий исследуемых биохимических характеристик плодов данного сорта во второй год наблюдений в подавляющем большинстве случаев обнаружило совпадение их направленности, но с иной степенью выразительности, обусловленной межсезонными различиями погодных условий. Как и годом ранее, в Докшицком р-не при внесении «Экогум-комплекса» и 10%-ного «МаКлоРа» наблюдалось снижение на 13–30 %, по сравнению со Смолевичским р-ном, содержания в них титруемых и аскорбиновой кислот при увеличении на 7–15 % такового гидроксикоричных кислот. Вместе с тем в северном регионе для большинства вариантов опыта с использованием удобрений, как и в предыдущем сезоне, было показано отставание от южного региона на 16–33 % в накоплении в плодах растворимых сахаров. При этом, как и годом ранее, они характеризовались на 3–17 % меньшими значениями сахарокислотного индекса, и лишь при внесении 10%-ного «МаКлоРа» данный показатель превышал установленный в Смолевичском р-не на 26 % (см. табл. 1). На наш взгляд, отсутствие либо незначительное сходство с предыдущим сезоном в характере межрегиональных различий в накоплении в плодах сухих и пектиновых веществ может быть связано с контрастами погодных условий в годы исследований.

Вместе с тем в оба сезона все испытываемые агроприемы обусловили существенную трансформацию биохимического состава плодов, степень которой, как и в межрегиональных различиях, определялась не только химической природой органических соединений, но и генотипом опытных растений. Как следует из табл. 2, в Смолевичском р-не, в котором исследования проводили с двумя сортами клюквы, в условиях сезона 2019 г. у сорта *Ben Lear* не было выявлено значимого влияния минерального удобрения и 5%-ного «МаКлоРа» на содержание в плодах сухих веществ, а при использовании «Экогум-комплекса» и 10%-ного «МаКлоРа» отмечено его увеличение не более чем на 5–9 % по сравнению с контролем, тогда как у сорта *Stevens* во всех вариантах опыта с внесением удобрений наблюдалось снижение данного показателя на 8–22 %, наибольшее – при применении «Экогум-комплекса» и 5%-ного «МаКлоРа». При этом в изменении содержания свободных органических и аскорбиновой кислот относительно контроля у ранне-спелого и позднеспелого сортов клюквы установлены прямо противоположные тенденции. Так, если у первого таксона использование всех видов удобрений в основном ингибировало биосинтез

данных соединений на 7–18 и 6–20 % соответственно, то у второго, напротив, наблюдалась активизация их накопления на 21–37 и 8–22 % соответственно, наименее выраженная при внесении «Basacote Plus 6М». Заметим, что и в условиях более северного Докшицкого р-на у сорта *Stevens* прослеживались похожие тенденции в изменении данных показателей в вариантах опыта с использованием удобрений, но с иной степенью выразительности.

В обоих районах исследований внесение всех видов удобрений способствовало заметной активизации накопления в плодах клюквы пектиновых веществ – на 12–33 % у сорта *Ben Lear* и на 12–27 % у сорта *Stevens* при наибольшей ее выразительности на фоне применения «Экогум-комплекса» и особенно 10%-ного «МаКлоРа». Аналогичное стимулирующее действие испытываемые агроприемы оказывали и на биосинтез растворимых сахаров. При этом у сорта *Ben Lear* увеличение их содержания на 17–41 % по сравнению с контролем отмечено во всех вариантах опыта, особенно при использовании «Экогум-комплекса». Подобный эффект был установлен и у сорта *Stevens* при наибольшем его проявлении в Смолевичском р-не, в котором увеличение содержания растворимых сахаров составило 33–46 % против 10–19 % в Докшицком р-не. Однако в обоих районах исследований наиболее значительным усилением их накопления, как и у сорта *Ben Lear*, был отмечен вариант опыта с обработками «Экогум-комплексом» при отсутствии значимых изменений на фоне применения 10%-ного «МаКлоРа» (табл. 2).

Таблица 2. Относительные различия вариантов полевого опыта с контролем по биохимическим характеристикам плодов *Oxycoccus macrocarpus* в районах исследований, %

Показатель	Варианты опыта			
	«Basacote Plus 6М»	«Экогум-комплекс»	5%-ный «МаКлоР»	10%-ный «МаКлоР»
<b>2019 г.</b>				
<i>Смолевичский р-н Минской обл.</i>				
<i>Сорт Ben Lear</i>				
Сухие вещества	–	+5,4	–	+9,3
Свободные органические кислоты	+7,5	–11,9	–6,5	–17,9
Аскорбиновая кислота	–6,6	–18,5	–20,2	–16,2
Гидроксикоричные кислоты	–	+6,6	–5,1	–
Растворимые сахара	+16,8	+40,9	+28,6	+16,8
Сахарокислотный индекс	+8,2	+59,1	+37,3	+41,8
Пектиновые вещества	+12,1	+26,2	+20,7	+33,2
<i>Сорт Stevens</i>				
Сухие вещества	–7,8	–22,1	–21,4	–15,6
Свободные органические кислоты	+21,3	+36,8	+36,8	+30,3
Аскорбиновая кислота	+7,7	+18,6	+17,4	+22,0
Гидроксикоричные кислоты	+4,3	–	–	–
Растворимые сахара	+40,8	+45,5	+32,9	–
Сахарокислотный индекс	+16,8	+7,3	–	–22,6
Пектиновые вещества	+11,9	+19,6	+11,6	+21,7
<i>Докшицкий р-н Витебской обл.</i>				
<i>Сорт Stevens</i>				
Сухие вещества	–14,4	–	–	–
Свободные органические кислоты	+23,5	–	+4,4	–
Аскорбиновая кислота	+29,2	+10,1	+48,0	+8,6
Гидроксикоричные кислоты	–35,4	–3,4	–8,6	–
Растворимые сахара	+10,2	+18,6	+14,0	–
Сахарокислотный индекс	–10,3	+16,2	+10,3	–
Пектиновые вещества	+12,7	+26,9	+21,9	+24,2
<b>2020 г.</b>				
<i>Смолевичский р-н Минской обл.</i>				
<i>Сорт Ben Lear</i>				
Сухие вещества	–	+6,7	+8,4	+10,9
Свободные органические кислоты	–	–7,6	–16,5	–12,7

Показатель	Варианты опыта			
	«Basacote Plus 6M»	«Экогум-комплекс»	5%-ный «МаКлоР»	10%-ный «МаКлоР»
Гидроксикоричные кислоты	–	<b>+8,0</b>	<b>+9,1</b>	<b>+8,4</b>
Растворимые сахара	<b>+17,4</b>	<b>+30,0</b>	<b>+17,4</b>	<b>+30,0</b>
Сахарокислотный индекс	<b>+21,1</b>	<b>+41,1</b>	<b>+41,1</b>	<b>+50,0</b>
Пектиновые вещества	<b>+11,3</b>	<b>+19,9</b>	<b>+18,4</b>	<b>+22,6</b>
<b>Сорт <i>Stevens</i></b>				
Сухие вещества	–7,8	–9,3	–10,1	–13,2
Свободные органические кислоты	–4,3	–7,7	–3,0	–
Аскорбиновая кислота	<b>+5,6</b>	<b>+12,6</b>	–	<b>+15,4</b>
Гидроксикоричные кислоты	–	–	<b>+20,5</b>	<b>+2,9</b>
Растворимые сахара	<b>+17,7</b>	<b>+10,6</b>	<b>+15,5</b>	–
Сахарокислотный индекс	<b>+22,1</b>	<b>+19,7</b>	<b>+18,9</b>	–
Пектиновые вещества	<b>+9,3</b>	<b>+15,0</b>	<b>+10,2</b>	<b>+20,9</b>
<b>Докшицкий р-н Витебской обл.</b>				
<b>Сорт <i>Stevens</i></b>				
Сухие вещества	<b>+10,6</b>	–	<b>+5,3</b>	<b>+6,1</b>
Свободные органические кислоты	–3,7	–	–	–6,4
Аскорбиновая кислота	–16,0	–3,3	–3,6	–6,0
Гидроксикоричные кислоты	–10,6	–6,0	–	–
Растворимые сахара	<b>+15,9</b>	<b>+27,1</b>	<b>+6,3</b>	<b>+30,4</b>
Сахарокислотный индекс	<b>+20,9</b>	<b>+28,2</b>	<b>+9,1</b>	<b>+40,0</b>
Пектиновые вещества	<b>+8,0</b>	<b>+15,4</b>	<b>+14,6</b>	<b>+19,5</b>

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

Вместе с тем показанное выше существенное обеднение плодов сорта *Ben Lear* свободными органическими кислотами вкупе с обогащением их растворимыми сахарами оказало позитивное влияние на вкусовые качества ягодной продукции, что подтверждалось увеличением показателя сахарокислотного индекса на 8–59 % относительно контроля, наибольшим опять-таки при использовании «Экогум-комплекса» и наименьшим при внесении минерального удобрения. Менее существенное улучшение вкуса плодов сорта *Stevens* в отдельных вариантах опыта было обусловлено активизацией биосинтеза титруемых кислот, особенно в Смолевичском районе, причем увеличение сахарокислотного индекса плодов относительно контроля в обоих районах не превышало 7–17 %. Более того, внесение 10%-ного «МаКлоРа» в Смолевичском районе и «Basacote Plus 6M» в Докшицком обусловило даже его снижение на 23 и 10 % соответственно, что свидетельствовало о подкислении вкуса плодов.

Как видим, погодные условия вегетационного периода оказывали существенное влияние на проявление межрегиональных различий в биохимическом составе плодов клюквы крупноплодной. В связи с этим логично предположить значительную роль данного фактора также в изменении его количественных характеристик при использовании удобрений. Поскольку вегетационные периоды 2019 и 2020 гг. существенно различались между собой по гидротермическому режиму, следовало ожидать и определенных межсезонных различий в темпах биосинтеза органических кислот и углеводов в плодах клюквы на фоне испытываемых агроприемов. Сравнительный анализ данных табл. 2 за 2019 и 2020 гг. в большинстве случаев показал заметное сходство в годы наблюдений профилирующих тенденций в изменении биохимических характеристик в вариантах опыта с использованием удобрений относительно контроля, наиболее выраженное при обработках «Экогум-комплексом». Несмотря на одновекторную направленность данных изменений, тем не менее в 2020 г. степень их проявления у отдельных показателей заметно отличалась от установленной в предыдущем сезоне, особенно в северном регионе, вплоть до смены знака на противоположный, что, на наш взгляд, связано с различиями погодных условий в годы исследований.

Как видим, использование испытываемых удобрений способствовало существенной трансформации биохимического состава плодов модельных сортов клюквы крупноплодной, на что

указывали весьма выразительные различия соответствующих вариантов опыта с контролем в содержании исследуемых соединений, которые лишь в отдельных случаях не получили статистического подтверждения.

### ВЫВОДЫ

В результате сравнительного исследования в 2019–2020 гг. параметров накопления ряда органических кислот и углеводов в плодах клюквы крупноплодной на фоне внесения минерального удобрения «Basacote Plus 6M», микробного препарата «МаКлоР» в 5- и 10%-ной концентрациях и некорневых обработок «Экогум-комплексом» при выращивании на рекультивируемых участках выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений верхового типа в Смолевичском р-не Минской обл. и в расположенном на 250 км севернее Докшицком р-не Витебской обл. установлено значительное влияние географического фактора на содержание в плодах обозначенных соединений, степень которого определялась генотипом растений, видом удобрений и характером погодных условий вегетационного периода.

В обоих районах исследований, независимо от гидротермического режима сезона, внесение удобрений в основном оказывало позитивное влияние на накопление в плодах клюквы углеводов на фоне ингибирования биосинтеза органических кислот, особенно в южном районе, что обуславливало увеличение сахарокислотного индекса, наиболее выраженное при обработках «Экогум-комплексом».

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алещенкова, З. М. Микробные удобрения для стимуляции роста и развития растений / З. М. Алещенкова // Наука и инновации. – 2015. – № 8 (150). – С. 66–67.
2. Микробный препарат АгроМик для стимуляции роста и развития тритикале / Е. А. Соловьева [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. / Ин-т микробиол. НАН Беларуси, Беларус. респ. фонд фундам. исслед., Беларус. обществ. объединение микробиол. ; под ред. Э. И. Коломиец, А. Г. Лобанка. – Минск, 2013. – С. 331–342.
3. Эффективность микробных удобрений при возделывании голубики на выработанных торфяниках Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2020. – 236 с.
4. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги : ГОСТ 28561-90. – Введ. 01.07.1991. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 10 с.
5. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков [и др.] ; под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.
6. Марсов, Н. Г. Фитохимическое изучение и биологическая активность брусники, клюквы и черники : дис. ... канд. фармацевт. наук : 15.00.02 / Н. Г. Марсов. – Пермь, 2006. – 200 л.
7. Большой практикум «Биохимия» : лабораторные работы : учеб. пособие / Перм. гос. нац. исслед. ун-т ; сост.: М. Г. Кусакина, В. И. Суворов, Л. А. Чудинова. – Пермь : Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2012. – 148 с.

### INFLUENCE OF FERTILIZERS ON ACCUMULATION OF ORGANIC ACIDS AND CARBOHYDRATES IN *OXYCOCCUS MACROCARPUS* AIT. PERS. FRUITS ON THE DISUSED RAISED PEAT BOGS IN THE CONDITIONS FOUND IN BELARUS

ZH. A. RUPASOVA, A. P. YAKOVLEV, N. B. KRINITSKAYA, V. S. ZADALYA, P. N. BELIY,  
T. V. SHPITALNAYA, E. I. KOLOMIETS, Z. M. ALESHCHENKOVA, I. N. ANANIEVA,  
L. E. KARTYZHOVA, N. G. KLISHEVICH, T. M. KARBANOVICH

### Summary

The results of a 2019–2020 comparative study of accumulation parameters of a number of organic acids and carbohydrates in the fruits of large cranberry when using the 'Basacote Plus 6M' mineral fertilizer, the microbial preparation 'MakloR' in 5- and 10 % concentrations and non-root treatments with 'Ecogum-complex' for growing on recultivated areas of raised peat bog deposits taken out of commercial operation in the Smolevichi district of the Minsk region and in the Dokshitsky district of the Vitebsk region that is located 250 km to the north are presented. It was found that the geographical factor has a significant influence on the concentration of the indicated compounds in the fruits, the degree of which is determined by the plant genotype, the type of fertilizers and the weather conditions of the growing season.

In both studied areas, regardless of the hydrothermal regime of the season, the application of all types of fertilizers had a generally positive effect on the accumulation of carbohydrates in fruits against the background of inhibition of the biosynthesis of organic acids, especially in the southern region, which caused an increase in the sugar-acid index, most pronounced when treated with 'Ecogum-complex'.

*Keywords:* cutover peatlands, large cranberry, varieties, fruits, mineral and organic fertilizers, free organic, ascorbic and hydroxycinnamic acids, soluble sugars, sugar-acid index, pectin substances, Belarus.

Поступила в редакцию 25.02.2022