

ВЕСЦІ **НАЦЫЯНАЛЬнай** **АКАДЭМІІ НАВУК БЕЛАРУСІ**

СЕРЫЯ БІЯЛАГІЧНЫХ НАВУК 2011 № 1

ИЗВЕСТИЯ **НАЦИОНАЛЬНОЙ** **АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ**

СЕРИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК 2011 № 1

ЗАСНАВАЛЬНІК – НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК БЕЛАРУСІ

Часопіс выдаецца са студзеня 1956 г.

Выходзіць чатыры разы ў год

PROCEEDINGS **OF THE NATIONAL ACADEMY** **OF SCIENCES OF BELARUS**

BIOLOGICAL SERIES 2011 N 1

FOUNDER IS THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

The Journal has been published since January 1956

Issued four times a year

УДК 634.739.3/736(476):581.521.24

Ж. А. РУПАСОВА, И. И. ЛИШТВАН, А. П. ЯКОВЛЕВ, Т. И. ВАСИЛЕВСКАЯ

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ТАКСОНОВ
РОДА VACCINIUM В ОПЫТНОЙ КУЛЬТУРЕ НА ВЫШЕДШЕМ
ИЗ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОРФЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА БЕЛАРУСИ**

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск,
Институт природопользования НАН Беларуси, Минск

(Поступила в редакцию 04.02.2010)

Введение. Важнейшей проблемой народного хозяйства Беларуси является восстановление природного потенциала вышедших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений, площадь которых в Беларуси превышает 250 тыс. га. Весьма перспективным подходом к ее решению является создание на занимаемых ими территориях локальных фитоценозов ягодных растений сем. Ericaceae. Вместе с тем реализация этой задачи требует подбора соответствующего сортимента дикорастущих и интродуцированных таксонов данного семейства, среди которых приоритетное значение имеют представители рода *Vaccinium* благодаря высокой продуктивности, а также значительной питательной и витаминной ценности ягодной продукции.

С целью выявления таксонов, наиболее перспективных для биологической рекультивации вышедших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений, в 2008–2009 гг. в условиях опытной культуры в северной агроклиматической зоне Беларуси (Витебская обл.) была проведена сравнительная оценка биохимического состава плодов 5 представителей рода *Vaccinium* – голубики топяной *V. uliginosum* L., выбранной в качестве эталона сравнения, голубики узколистной *V. angustifolium* L., голубики щитковой *V. corymbosum* L. (сорт Bluecrop), их межвидового гибрида (*V. angustifolium* × *V. corymbosum*) сорта Northblue, а также брусники обыкновенной *V. vitis-idaea* L., что позволило выявить генотипические различия параметров накопления широкого спектра полезных веществ в плодах указанных представителей рода и обозначить на этой основе таксоны, наиболее перспективные для рекультивации этих земель.

Объекты и методы исследования. Для реализации поставленных задач в свежих усредненных пробах плодов вышеперечисленных таксонов рода *Vaccinium* определяли содержание сухих веществ – по ГОСТ 29561-90 [1]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [3]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [3]. В высушенных при температуре 65 °С усредненных пробах плодов определяли содержание химических элементов: азота, фосфора, калия по методу К. П. Фоменко и Н. Н. Нестерова [12], кальция, магния – комплексометрическим методом [3]; глюкозы, фруктозы, сахарозы – резорциновым и анилинфталатным методами бумажной хроматографии по И. Г. Завадской и др. [4]; пектиновых веществ (водорастворимого пектина и протопектина) – карбазольным методом [3]; суммы антоциановых пигментов – по методу Т. Swain, W. E. Hillis [14] с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю. Г. Скориковой и Э. А. Шафтан [11]; антоцианов – по методу Л. О. Шнайдемана и В. С. Афанасьевой [13]; суммы флавонолов – по методу Л. Сарапуу и Х. Мийдла [9]; суммы катехинов – фотометрическим методом с использованием ванилинового реактива [5]; фенолкарбоновых кислот (в пересчете на хлорогеновую) – методом нисходящей хроматографии на бумаге [7]; дубильных веществ – титрометрическим методом Левенталя [2]; бензойной кислоты – по методу М. И. Калебина и А. А. Колесника [6]; жирных масел – по методу В. А. Сапунова и И. И. Федуняк [8];

тритерпеновых кислот (в пересчете на урсоловую кислоту) – по методу А. В. Симонян и др. [10]. Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности сотрудниками лаборатории химии растений ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» Р. Н. Рудаковской, Н. П. Варавиной, Н. Б. Криницкой. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Результаты и обсуждение. Сравнительное исследование ряда количественных характеристик биохимического состава плодов 5 таксонов рода *Vaccinium* выявило весьма широкие диапазоны их варьирования, что свидетельствовало о значительных генотипических различиях в этом плане в ряду перечисленных таксонов. Так, содержание в их плодах сухих веществ изменялось в интервале 12,3–15,1 %, при содержании в их сухой массе свободных органических кислот от 6,1 до 18,3 %, витамина С – от 278,5 до 573,7 мг %, фенолкарбоновых кислот – от 638,9 до 1555,6 мг % и бензойной кислоты от 0,93 до 1,50 %.

Как следует из данных табл. 1, все тестируемые объекты уступали эталонному виду *V. uliginosum* в содержании в плодах витамина С на 15–52 %, при наиболее выразительных контрастах с ним у сорта голубики Bluecrop и *V. vitis-idaea*. Вместе с тем последние превосходили голубику топяную в накоплении в плодах свободных органических кислот соответственно на 15 и 54 %, что косвенно указывало на их более кислый вкус, особенно у *V. vitis-idaea*. В отличие от данных таксонов, *V. angustifolium* и особенно межвидовой гибрид голубики Northblue существенно уступали эталонному объекту в содержании в плодах титруемых кислот соответственно на 18 и 49 %, что свидетельствовало об их более сладком вкусе. Вместе с тем плоды сравниваемых таксонов рода *Vaccinium*, за исключением сорта голубики Bluecrop, достоверно отличались от дикорастущего вида содержанием сухих веществ. Так, в плодах *V. angustifolium* и *V. vitis-idaea* оно было выше, чем у него соответственно на 9 и 16 %, тогда как у сорта голубики Northblue, напротив, на 5 % ниже.

Т а б л и ц а 1. Относительные различия с *V. uliginosum* содержания сухих веществ и органических кислот в сухой массе плодов представителей рода *Vaccinium*, %

Вид, сорт	Сухие вещества	Органические кислоты			
		свободные	аскорбиновая	фенолкарбоновые	бензойная
<i>V. angustifolium</i>	+ 9,2	– 18,5	– 15,1	+ 88,6	– 18,8
Bluecrop	–	+ 15,1	– 51,5	+ 120,5	+ 6,2
Northblue	– 5,4	– 48,7	– 18,1	– 9,5	– 27,4
<i>V. vitis-idaea</i>	+ 16,2	+ 53,8	– 47,7	+ 88,6	+ 17,2

П р и м е ч а н и е. Здесь и далее в табл. 2–6 прочерк означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с эталонным объектом при $P < 0,05$.

Все тестируемые объекты, за исключением межвидового гибрида Northblue, характеризовавшегося наименьшим содержанием в плодах фенолкарбоновых кислот, превосходили *V. uliginosum* по данному признаку на 89–120 %, при наибольших различиях с ней у сорта Bluecrop. Что касается бензойной кислоты, то для двух представителей рода *Vaccinium* – *V. angustifolium* и в большей степени для гибрида Northblue – было показано отставание от эталонного вида в ее накоплении в плодах соответственно на 19 и 27 %, тогда как для сорта Bluecrop и особенно для *V. vitis-idaea*, напротив, были установлены на 6 и 17 % более высокие, чем у него, значения данного показателя (см. табл. 1).

Суммарное содержание растворимых сахаров в плодах исследуемых представителей рода *Vaccinium* варьировалось в весьма узком диапазоне значений – от 20,2 до 22,2 % сухой массы, что свидетельствовало об отсутствии у них существенных генотипических различий по данному признаку. Доминирующее положение в пуле этих углеводов у всех сравниваемых таксонов принадлежало моносахаридам, преимущественно фруктозе, содержание которой превышало таковое глюкозы в 1,9–2,5 раза, а суммарное количество моноз превосходило таковое дисахарида в 4,9–8,3 раза. Широта приведенных диапазонов свидетельствует о том, что при относительном

сходстве параметров общего накопления растворимых сахаров в плодах исследуемых объектов весьма выразительно проявились различия между ними в содержании отдельных фракций этих углеводов. Так, согласно данным табл. 2, плоды тестируемых таксонов, за исключением *V. angustifolium*, превосходившей эталонный вид на 7 % в общем накоплении сахаров, обладали на 5–21 % меньшим содержанием глюкозы при наиболее выраженных контрастах с ним у гибрида Northblue, характеризовавшегося сходным с *V. uliginosum* содержанием фруктозы. Остальные же таксоны рода *Vaccinium* достоверно превосходили эталонный объект в накоплении последней на 6–8 %. При этом *V. angustifolium* и гибрид Northblue отмечены на 11 и 14 % соответственно более высоким, чем у него, содержанием в плодах сахарозы, тогда как для *V. vitis-idaea* и сорта голубики Bluecrop, напротив, установлено отставание от эталонного вида в ее накоплении на 6 и 26 % (см. табл. 2). Показанные сдвиги в составе углеводного пула плодов тестируемых таксонов относительно *V. uliginosum* нашли свое отражение в соответствующих различиях соотношений отдельных его составляющих. Так, все объекты, кроме *V. angustifolium*, характеризовались на 16–32 % более широким соотношением моноз, а *V. vitis-idaea* и сорт голубики Bluecrop, – на 5 и 41 % более широким соотношением моноз и дисахарида.

Т а б л и ц а 2. Относительные различия с *V. uliginosum* содержания растворимых сахаров в сухой массе плодов представителей рода *Vaccinium*, %

Вид, сорт	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Сумма сахаров	Фруктоза: глюкоза	Монозы : дисахарид	Сахаро-кислотный индекс
<i>V. angustifolium</i>	–	+ 7,9	+ 11,0	+ 6,9	–	–	+ 35,3
Bluecrop	– 5,1	+ 7,6	– 26,0	–	+ 15,8	+ 40,7	– 11,8
Northblue	– 21,2	–	+ 13,7	– 2,9	+ 31,6	– 16,9	+ 94,1
<i>V. vitis-idaea</i>	– 16,1	+ 6,3	– 6,0	–	+ 26,3	+ 5,1	– 35,3

Несмотря на отсутствие существенных генотипических различий в общем содержании растворимых сахаров в плодах таксонов рода *Vaccinium*, показанное выше отставание *V. angustifolium* и особенно гибрида голубики Northblue от эталонного объекта в накоплении в них титруемых кислот обусловило на 35 и 94 % соответственно более высокие значения сахаро-кислотного индекса их плодов, тогда как для сорта голубики Bluecrop и *V. vitis-idaea*, напротив, были показаны на 12 и 35 % более низкие значения данного признака, из-за более активного, чем у *V. uliginosum*, накопления в плодах свободных органических кислот.

Общее содержание пектиновых веществ в сухой массе плодов исследуемых представителей рода *Vaccinium* варьировалось в достаточно широком диапазоне значений – от 4,8 у гибрида Northblue до 6,2 % у *V. angustifolium*, что указывало на наличие заметных генотипических различий их количественных и качественных характеристик. Обращает на себя внимание, что лишь у эталонного вида *V. uliginosum* доминирующее положение в составе пектинового комплекса принадлежало гидропектину, тогда как у остальных таксонов наблюдалось либо уравнивание в нем позиций растворимого и нерастворимого пектинов, либо преобладание долевого участия протопектина.

Плоды всех тестируемых объектов примерно в равной степени (на 30–34 %) отставали от таксонов *V. uliginosum* в содержании гидропектина, но превосходили их на 29–97 % в содержании протопектина, при наиболее выраженных контрастах у *V. angustifolium*, что и обусловило у последнего наибольший размер соотношения фракций пектиновых веществ (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Относительные различия с *V. uliginosum* содержания пектиновых веществ в сухой массе плодов представителей рода *Vaccinium*, %

Вид, сорт	Гидропектин	Протопектин	Сумма пектиновых веществ	Протопектин : гидропектин
<i>V. angustifolium</i>	– 30,4	+ 96,8	+ 13,5	+ 200,0
Bluecrop	– 30,4	+ 50,3	–	+ 120,0
Northblue	– 34,1	+ 28,9	– 12,4	+ 100,0
<i>V. vitis-idaea</i>	– 34,1	+ 45,4	– 6,6	+ 140,0

Плоды исследуемых таксонов рода *Vaccinium* характеризовались весьма высоким общим содержанием биофлавоноидов, варьировавшимся в таксономическом ряду в диапазоне значений от 4098,8 до 8073,1 мг % сухой массы, при расхождении крайних позиций в два раза, что убедительно свидетельствовало о значительных генотипических различиях по данному признаку. Доминирующее положение в составе биофлавоноидного комплекса всех объектов принадлежало антоциановым пигментам, на долю которых в нем приходилось от 50,5 % у *V. uliginosum* до 69,4 % у *V. angustifolium*. Превалирующей фракцией данных соединений являлись лейкоантоцианы, содержание которых у всех голубик превосходило таковое собственно антоцианов в 1,2–2,8 раза, при наименьшем разрыве у *V. angustifolium* и у сорта Bluecrop и наибольшем у *V. uliginosum*, тогда как в плодах *V. vitis-idaea* кратный размер данного превышения достигал 8,3. Долевое участие флавонолов в составе биофлавоноидного комплекса плодов представителей исследуемого рода изменялось в пределах от 24,0 % у *V. angustifolium* до 41,7 % у *V. uliginosum*, при соизмеримости данного показателя у остальных таксонов, включая *V. vitis-idaea*. Наименьшей долей участия в комплексе биофлавоноидов, изменявшейся в ряду таксонов рода *Vaccinium* от 6,6 % у *V. angustifolium* до 11,3 % у *V. vitis-idaea*, характеризовались катехины. Таким образом, исследуемые объекты заметно различались между собой не только параметрами общего накопления биофлавоноидов, но и их качественным составом, определяемым содержанием и соотношением отдельных фракций данных веществ.

Наиболее отчетливое представление об относительных размерах различий в этом плане тестируемых таксонов рода *Vaccinium* с голубикой топяной можно составить по данным табл. 4. Оказалось, что почти все объекты уступали эталонному виду в суммарном накоплении в плодах биофлавоноидов на 28–44 %, при наиболее выраженных контрастах с ним у *V. vitis-idaea*. Лишь у единственного вида – *V. angustifolium* – было отмечено на 11 % более высокое, чем у *V. uliginosum*, значение данного показателя. При этом степень проявления расхождений с эталонным объектом в содержании в плодах отдельных фракций биофлавоноидов, обуславливающая данный интегральный эффект, была различной. Наибольшими ее значениями, достигавшими 36–54 %, характеризовались параметры накопления в плодах флавонолов, тогда как наименьшими, не превышавшими 7–20 %, катехины. Что касается антоциановых пигментов, то наиболее выраженным отставанием в их общем накоплении от *V. uliginosum* были отмечены плоды *V. vitis-idaea*, отличавшиеся наименьшим в таксономическом ряду содержанием в них собственно антоцианов. Все же остальные объекты в разной степени (на 6–151 %) превосходили эталонный уровень накопления последних, при наибольшем относительном размере превышения у *V. angustifolium*, у которого это сочеталось с более высоким, чем у дикорастущего вида, содержанием в плодах также лейкоантоцианов, что, в свою очередь, позитивно сказывалось на параметрах общего накопления в них биофлавоноидов. Этому также способствовало и наименьшее среди тестируемых объектов отставание *V. angustifolium* от эталонного вида в накоплении катехинов и флавонолов.

Т а б л и ц а 4. Относительные различия с *V. uliginosum* содержания биофлавоноидов в сухой массе плодов представителей рода *Vaccinium*, %

Вид, сорт	Собственно антоцианы	Лейкоантоцианы	Сумма антоциановых пигментов	Катехины	Флавонолы	Сумма биофлавоноидов
<i>V. angustifolium</i>	+ 150,8	+ 16,4	+ 52,2	– 7,1	– 36,2	+ 10,7
Bluecrop	+ 48,4	– 37,8	– 14,8	– 20,4	– 44,4	– 27,6
Northblue	+ 5,6	– 34,6	– 23,9	– 17,7	– 53,5	– 35,8
<i>V. vitis-idaea</i>	– 75,3	– 25,6	– 38,8	– 19,0	– 54,5	– 43,8

Плоды исследуемых таксонов рода *Vaccinium* характеризовались весьма высоким содержанием дубильных веществ, варьировавшимся в таксономическом ряду в диапазоне значений от 3,4 до 6,0 % сухой массы. При этом для сорта Bluecrop не было выявлено различий с *V. uliginosum* в накоплении в них данных полимеров, а для *V. angustifolium* было показано превышение эталонного уровня их содержания на 17 % (табл. 5). Наименьшим же содержанием в плодах дубильных веществ, уступавшим таковому у *V. uliginosum* на 29 и 32 %, характеризовались соответственно

V. vitis-idaea и межвидовой гибрид сорта Northblue. Весьма высоким уровнем изменчивости в ряду таксонов рода *Vaccinium* обладали параметры накопления в их плодах терпеноидов, составлявшие для жирных масел 3,4–7,6 %, для тритерпеновых кислот – 2,2–3,6 % сухой массы. При этом все без исключения тестируемые объекты уступали *V. uliginosum* в содержании в плодах жирных масел на 7–55 %, при наибольших и примерно равных относительных размерах этого отставания у *V. angustifolium* и межвидового гибрида сорта Northblue и наименьших у *V. vitis-idaea* (см. табл. 5). Наряду с этим большинство исследуемых таксонов рода *Vaccinium* уступали голубике топяной и в накоплении в плодах тритерпеновых кислот на 5–23 %, при наиболее выразительных различиях у *V. angustifolium*, и лишь для плодов межвидового гибрида Northblue было показано примерно на треть более высокое, чем у аборигенного вида, содержание данных соединений.

Т а б л и ц а 5. Относительные различия с *V. uliginosum* содержания терпеноидов и дубильных веществ в сухой массе плодов представителей рода *Vaccinium*, %

Вид, сорт	Тритерпеновые кислоты	Жирные масла	Дубильные вещества
<i>V. angustifolium</i>	– 22,9	– 52,9	+ 17,2
Bluecrop	– 13,6	– 23,5	–
Northblue	+ 30,8	– 54,6	– 32,5
<i>V. vitis-idaea</i>	– 5,4	– 7,3	– 28,8

По нашим оценкам, содержание макроэлементов в сухой массе плодов исследуемых таксонов рода *Vaccinium* изменялось в следующих диапазонах значений: азота – 0,74–1,34 %, фосфора – 0,10–0,13 %, калия – 0,62–0,78 %, кальция – 0,36–0,50 %, магния – 0,10–0,15 %. При этом для большинства тестируемых представителей данного рода было показано весьма значительное отставание от *V. uliginosum* в содержании в плодах всех элементов, за исключением фосфора (табл. 6). Так, и сорт Bluecrop высокорослой голубики и особенно *V. angustifolium* уступали эталонному объекту в накоплении в плодах азота соответственно на 13 и 27 % при отсутствии статистически значимых различий с ним по данному признаку у *V. vitis-idaea*. Лишь у гибрида Northblue было отмечено превышение эталонного уровня накопления в плодах данного элемента почти на 33 %, сочетавшееся с отсутствием достоверных различий с ним в содержании калия. Все остальные тестируемые таксоны уступали *V. uliginosum* в накоплении последнего на 7–18 % при наибольших контрастах с ним у сорта Bluecrop. Наряду с этим они характеризовались аналогичным отставанием от аборигенного вида голубики в содержании в плодах кальция (в пределах 16–26 %) и магния (на 21–29 %) при наиболее выразительных контрастах с ним у гибрида Northblue. При этом в первом случае не было установлено сколь-либо значимых различий у *V. angustifolium*, а во втором – у сорта Bluecrop. В отличие от рассмотренных выше макроэлементов, накопление фосфора в плодах всех тестируемых таксонов рода *Vaccinium* протекало на 10–30 % более активно, чем в таковых *V. uliginosum*, при наибольших различиях у гибрида Northblue и сорта Bluecrop.

Т а б л и ц а 6. Относительные различия с *V. uliginosum* содержания макроэлементов в сухой массе плодов представителей рода *Vaccinium*, %

Вид, сорт	N	P	K	Ca	Mg
<i>V. angustifolium</i>	– 26,7	+ 10,0	– 14,5	–	– 21,4
Bluecrop	– 12,9	+ 30,0	– 18,4	– 18,4	–
Northblue	+ 32,7	+ 30,0	–	– 26,5	– 28,6
<i>V. vitis-idaea</i>	–	+ 10,0	– 6,6	– 16,3	– 28,6

С целью выявления таксонов рода *Vaccinium*, обладающих явно выраженными преимуществами в питательной и витаминной ценности плодов по сравнению с дикорастущим видом *V. uliginosum*, а следовательно, являющихся наиболее перспективными в этом плане для фиторекультивации вышедших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений в условиях Беларуси, для каждого тестируемого таксона были определены суммарные значения количеств,

относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных разноориентированных сдвигов в биохимическом составе плодов по 26 показателям относительно эталонных значений. Подобная информация приведена в табл. 7.

Т а б л и ц а 7. Суммарные значения количеств, относительных размеров, амплитуд и соотношений разноориентированных сдвигов в биохимическом составе плодов таксонов рода *Vaccinium* по сравнению с *V. uliginosum*

Вид, сорт	Количество сдвигов, шт.			Относительные размеры сдвигов, %			
	положительных	отрицательных	положительные : отрицательные	положительных	отрицательных	амплитуда	положительные : отрицательные
<i>V. angustifolium</i>	13	11	1,2	474,3	264,5	738,8	1,8
Bluecrop	7	14	0,5	278,1	341,8	619,9	0,6
Northblue	7	17	0,4	235,8	463,5	699,3	0,7
<i>V. vitis-idaea</i>	7	17	0,4	237,5	457,0	694,5	0,7

Анализ приведенных данных выявил наличие заметных генотипических различий в направленности и величине вышеуказанных сдвигов, свидетельствующих о различиях их питательной и витаминной ценности. Так, из 26 рассматриваемых признаков достоверным превышением эталонных значений в таксономическом ряду отмечены от 7 до 13 признаков, отставанием от них – от 11 до 17 признаков. При этом превышение количества сдвигов положительной направленности относительно таковых отрицательной, указывающее на определенные преимущества в биохимическом составе плодов по сравнению с эталонным объектом, наблюдалось лишь в единичном случае – у голубики узколистной (*V. angustifolium*). У остальных же тестируемых таксонов кратный размер соотношений разноориентированных сдвигов в биохимическом составе плодов составлял всего 0,4–0,5, что однозначно свидетельствовало о более высоком накоплении в них полезных веществ у *V. uliginosum*. При этом размах данных сдвигов, указывающих на степень проявления различий с эталонными значениями, оказался весьма значительным и варьировался в генотипическом ряду от 619,9 % у сорта Bluecrop до 738,8 % у *V. angustifolium*, что свидетельствовало о явной несоизмеримости у тестируемых объектов средневзвешенных значений отклонений от эталона совокупности анализируемых признаков в ту и иную сторону. Вместе с тем плоды межвидового гибрида Northblue и *V. vitis-idaea* характеризовались одинаковой амплитудой данных отклонений, и в порядке снижения степени проявления различий с *V. uliginosum* тестируемые объекты располагались в следующей последовательности:

$$V. angustifolium > \text{Northblue} = V. vitis-idaea > \text{Bluecrop}.$$

На наш взгляд, при выявлении таксонов рода *Vaccinium*, наиболее перспективных по показателям качества плодов, представляется более оправданным использование соотношения не только количеств, но и суммарных величин относительных размеров различий с эталонными значениями позитивных и негативных сдвигов в их биохимическом составе. В этом случае диапазон изменения размеров данного соотношения в генотипическом ряду составил 0,6–1,8 при наибольших значениях у *V. angustifolium* и наименьших, причем практически одинаковых, у остальных объектов. Это позволило обозначить нижеприведенную последовательность тестируемых таксонов рода *Vaccinium* в порядке снижения их перспективности для окультуривания выработанных торфяников по содержанию в плодах полезных веществ:

$$V. angustifolium > V. uliginosum \text{ L.} > \text{Northblue} = V. vitis-idaea \text{ L.} > \text{Bluecrop}.$$

Таким образом, в ряду тестируемых таксонов рода *Vaccinium* наибольший интерес в этом плане представляют *V. angustifolium* и *V. uliginosum*, причем если первый может рассматриваться в качестве потенциального источника преимущественно фенолкарбоновых кислот, растворимых сахаров, пектиновых веществ, антоциановых пигментов, дубильных веществ и соединений фосфора, то второй – в качестве источника витамина С, свободных органических и бензойной кислот, катехинов, флавонолов, тритерпеновых кислот и жирных масел, а также соединений азота, калия и магния.

Заключение. На основании сравнительной оценки биохимического состава плодов 5 таксонов рода *Vaccinium* – голубики топяной *V. uliginosum* L., выбранной в качестве эталона сравнения, голубики узколистной *V. angustifolium*, голубики щитковой *V. corymbosum* (сорт Bluecrop), их межвидового гибрида (*V. angustifolium* × *V. corymbosum*) сорта Northblue, а также брусники обыкновенной *V. vitis-idaea* в опытной культуре на вышедшем из промышленной эксплуатации торфяном месторождении было установлено, что наиболее высоким содержанием в плодах сухих веществ и свободных органических кислот характеризовалась *V. vitis-idaea*, наиболее низким – гибрид Northblue, тогда как наиболее высоким содержанием витамина С – аборигенный вид *V. uliginosum*, наиболее низким – *V. vitis-idaea* и сорт голубики Bluecrop. Наибольшим содержанием в плодах фенолкарбоновых кислот был отмечен сорт высокорослой голубики Bluecrop, тогда как наименьшим – гибрид Northblue. Наибольшими параметрами накопления бензойной кислоты характеризовались плоды *V. vitis-idaea*, наименьшими – плоды межвидового гибрида Northblue.

В ряду исследуемых объектов не выявлено существенных генотипических различий в суммарном содержании в плодах растворимых сахаров, однако в содержании их отдельных фракций они проявились достаточно отчетливо. Наиболее высоким и примерно одинаковым содержанием в них глюкозы характеризовались плоды *V. uliginosum* и *V. angustifolium*, фруктозы – плоды *V. angustifolium*, *V. vitis-idaea* и сорт голубики Bluecrop, сахарозы – плоды *V. angustifolium* и гибрида Northblue. Наиболее сладким вкусом отмечены плоды *V. angustifolium* и особенно гибрида Northblue. Соответственно наименьшим содержанием обеих моноз были отмечены плоды гибрида Northblue, дисахарида – сорта Bluecrop и наиболее кислым вкусом – плоды *V. vitis-idaea*.

Наиболее высоким общим содержанием пектиновых веществ, как и растворимых сахаров, отмечены плоды *V. angustifolium*. При этом наибольшим содержанием гидропектина характеризовались плоды *V. uliginosum*, тогда как протопектина, как и наибольшим его участием в составе пектинового комплекса отмечены плоды *V. angustifolium*, которым принадлежит лидирующее положение в ряду исследуемых таксонов по накоплению углеводов. Соответственно наименьшим общим содержанием пектиновых веществ, как и моносахаров, обладали плоды гибрида Northblue.

Все тестируемые таксоны рода *Vaccinium*, за исключением *V. angustifolium*, уступали *V. uliginosum* в общем накоплении в плодах биофлавоноидов. При этом наиболее высоким содержанием в них антоциановых пигментов обладала *V. angustifolium*, наименьшим – *V. vitis-idaea* при наибольшем содержании катехинов и флавонолов у *V. uliginosum* и наименьшем соответственно у сорта Bluecrop и *V. vitis-idaea*.

Наиболее высокое содержание в плодах исследуемых таксонов рода *Vaccinium* дубильных веществ установлено у *V. angustifolium*, наименьшее – у межвидового гибрида Northblue. Наибольшим содержанием в них жирных масел характеризовался аборигенный вид голубики и *V. vitis-idaea*, тогда как наименьшим – *V. angustifolium* и гибрид Northblue. Для тритерпеновых кислот наибольшим их накоплением отмечены плоды межвидового гибрида Northblue, наименьшим – *V. angustifolium*.

Наиболее высокие параметры накопления в плодах исследуемых таксонов макроэлементов установлены: для азота – у гибрида Northblue, фосфора – у гибрида Northblue и сорта Bluecrop, калия – у *V. uliginosum* и гибрида Northblue, кальция – у *V. uliginosum* и *V. angustifolium*, магния – у *V. uliginosum* и сорта Bluecrop.

Установлено, что в ряду тестируемых таксонов рода *Vaccinium* наиболее перспективными для фиторекультивации вышедших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений по содержанию в плодах полезных веществ представляются *V. angustifolium* и *V. uliginosum*, причем если первый может рассматриваться в качестве потенциального источника преимущественно фенолкарбоновых кислот, растворимых сахаров, пектиновых веществ, антоциановых пигментов, дубильных веществ и соединений фосфора, то второй – в качестве источника витамина С, свободных органических и бензойной кислот, катехинов, флавонолов, тритерпеновых кислот и жирных масел, а также соединений азота, калия и магния.

Литература

1. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги. ГОСТ 29561-90. Введ. 01.07.91. М., 1991.
2. Государственная фармакопея СССР. Вып. 1. Общие методы анализа. М., 1987. С. 286–287.
3. Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош Н. П. и др. Методы биохимического исследования растений. М., 1987.
4. Завадская И. Г., Горбачева Г. И., Мамушина Н. С. // Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений. М.; Л., 1962. С. 17–26.
5. Запрометов М. Н. Биохимия катехинов. М., 1964.
6. Калевин М. И., Колесник А. А. // Исследование пищевых продуктов / Под ред. Ф. В. Черевитинова. М., 1949. С. 218–245.
7. Мжаванадзе В. В., Таргамадзе И. Л., Драник Л. И. // Сообщ. АН Груз ССР. 1971. Т. 63, вып. 1. С. 205–210.
8. Сапунов В. А., Федуняк И. И. Методы оценки кормов и зоотехнический анализ. Мн., 1958. С. 88–90.
9. Сарапуу Л. П., Мийдла Х. // Уч. зап. Тарт. Гос. ун-та. 1971. Вып. 256. С. 111–113.
10. Симонян А. В., Шинкаренко А. Л., Оганесян Э. Т. // Химия природных соединений. 1972. № 3. С. 293–295.
11. Скорикова Ю. Г., Шафтан Э. А. // Тр. 3-го Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. Свердловск, 1968. С. 451–461.
12. Фоменко К. П., Нестеров Н. Н. // Химия в сельском хозяйстве. 1971. №10. С. 72–74.
13. Шнайман Л. О., Афанасьева В. С. // 9-й Менделеевский съезд по общ. и прикл. химии: Реф. докл. и сообщ. М., 1965. №8. С. 79–80.
14. Swain T., Hillis W. // J. Sci. Food Agric. 1959. Vol. 10, N 1. P. 63–68.

Zh. A. RUPASOVA, I. I. LISHTVAN, A. P. YAKOVLEV, T. I. VASILEVSKAYA

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF BIOCHEMICAL COMPOSITION OF FRUITS OF REPRESENTATIVES OF GENUS VACCINIUM IN EXPERIMENT ON THE OPENCAST PEAT PITS IN THE CONDITIONS OF THE NORTH OF BELARUS

Summary

The comparative characteristics of biochemical composition of fruits on 30 indexes of representatives of a genus *Vaccinium L.* – of a bog blueberry (*V. uliginosum*), of a lowbush blueberry (*V. angustifolium*), of a highbush blueberry (*V. corymbosum*) – cv. Bluecrop, of a half-high blueberries (*V. angustifolium* × *V. corymbosum*) – cv. Northblue of a cowberries (*V. vitis-idaea*) in article was yielded. Genotypic distinctions of parametres of accumulation of a wide spectrum of beneficial materials in fruits of the specified representatives of a genus were revealed. The most perspective berry plants of a studied genus (of a lowbush blueberry and bog blueberry) on level of accumulation of beneficial materials at restoration of opencast peat pits were positioned.