

ISSN 2221-9927

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ ПО БИОРЕСУРСАМ»

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ИНСТИТУТ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ
ИМЕНИ В.Ф. КУПРЕВИЧА НАН БЕЛАРУСИ»

ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«БЕЛОРУССКОЕ БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО»

БЕЛОРУССКОЕ ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ФИЗИОЛОГОВ РАСТЕНИЙ

БОТАНИКА

(ИССЛЕДОВАНИЯ)

Выпуск 42

Минск
Институт радиологии
2013

Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Выпуск 42 /
Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси. – Минск: 2013. – 444 с.
ISSN 2221 – 9927

В сборнике представлены оригинальные научные статьи белорусских ученых из ведущих научно-исследовательских учреждений Национальной академии наук и вузов Беларуси, содержащие результаты экспериментальных исследований, теоретических и практических разработок в широком спектре направлений ботанической науки, физиологии и экологии растений.

Публикуемые в сборнике научные статьи рецензируются ведущими специалистами в области ботаники, экологии, физиологии и биохимии растений.

Редакционная коллегия:

акад. НАН Беларуси, проф. Н.А. Ламан
акад. НАН Беларуси, проф. В.И. Парфенов
член-корр. НАН Беларуси, проф. Е.А. Сидорович
д.б.н., проф. Н.Г. Аверина
к.б.н. Д.Г. Груммо
д.б.н., проф. В.В. Карпук
к.б.н. Н.А. Копылова
д.б.н. Г.Ф. Рыковский
д.б.н. В.Н. Прохоров
к.б.н. А.В. Пугачевский
д.б.н. В.В. Сарнацкий
д.б.н. проф. А.Т. Федорук

Научные редакторы:

акад. НАН Беларуси, проф. Н.А. Ламан
акад. НАН Беларуси, проф. В.И. Парфенов

Ответственный секретарь

к.б.н. Т.А. Будкевич

ISSN 2221- 9927

© ГНУ «Институт экспериментальной
ботаники имени В.Ф. Купревича», 2013

Ж.А. РУПАСОВА¹, Т.И. ВАСИЛЕВСКАЯ¹,
А.П. ЯКОВЛЕВ¹, И.И.ЛИШТВАН², Н.П. ВАРАВИНА¹,
Н.Б. КРИНИЦКАЯ¹, А.М. БУБНОВА¹

**РАНЖИРОВАНИЕ ИНТРОДУЦЕНТОВ РОДА *VACCINIUM*
ПО ПИТАТЕЛЬНОЙ И ВИТАМИННОЙ ЦЕННОСТИ
ПЛОДОВ НА ТОРФЯНЫХ ВЫРАБОТКАХ СЕВЕРА
БЕЛАРУСИ**

¹Центральный ботанический сад НАН Беларуси

²Институт природопользования НАН Беларуси

Введение. Создание локальных фитоценозов интродуцированных ягодных растений сем. *Ericaceae* на рекультивируемых площадях выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси, площадь которых в настоящее время превышает 75 тыс. га, возможно лишь на основе всестороннего исследования особенностей их развития и метаболизма в этих специфических условиях, с учетом влияния на них комплекса биотических и абиотических факторов. Важнейшим аспектом данных исследований является разработка промышленного ассортимента дикорастущих и интродуцированных таксонов вересковых, обладающих не только высокими параметрами продуктивности, но и значительной питательной и витаминной ценностью плодов и представляющих в этом плане интерес для окультуривания торфяных выработок. В предыдущей пятилетке в рамках задания Государственной программы «Торф» были осуществлены подобные исследования в Глубокском районе Витебской области, на остаточном слое донного торфа, сформированном древесно-тростниково-осоковой ассоциацией, со степенью разложения 15-30% при средней зольности 7,5%; рН_{КС1} 4,4-4,9 и крайне низком содержании подвижных форм фосфора и калия, не превышавшим соответственно 30 и 80 мг/кг воздушно-сухой массы. В результате сравнительного исследования биохимического состава плодов 5 таксонов рода *Vaccinium*, а также 8 таксонов рода *Oxycoccus*, было дано научное обоснование ассортимента вересковых для фиторекультивации этих малопродуктивных земель [1]. Вместе с

тем, учитывая установленную при этом выраженную зависимость накопления в плодах полезных веществ от эдафического фактора [2], логично предположить, что выращивание их в пределах северного региона, но на торфяной залежи иного ботанического состава с другими водно-физическими свойствами и уровнем естественного плодородия, может существенно повлиять на качество ягодной продукции, что потребует определенной коррекции предлагаемого ассортимента данных культур. Для проверки высказанного предположения в 2010-2011 гг. при выполнении задания ГНТП «Природные ресурсы и окружающая среда» в Докшицком р-не Витебской обл. в условиях опытной культуры на менее плодородном и более кислом, чем в Глубокском р-не (pH_{KCl} 2,8-2,9, содержание P_2O_5 и K_2O не более 12-15 и 11-21 мг/кг соответственно), остаточном слое донного торфа средней степени разложения, мощностью 50-70 см, представленном сфагново-древесно-пушицевой ассоциацией, было проведено сравнительное исследование биохимического состава плодов 5 таксонов рода *Vaccinium*, участвовавших также в предыдущих исследованиях.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований были привлечены 5 таксонов рода *Vaccinium*, в том числе аборигенный вид – голубика топяная (*V. uliginosum* L.), принятый в качестве эталона сравнения, а также ряд интродуцентов, в том числе клоны голубики узколистной (*V. angustifolium* L.), сорт *Duke* голубики щитковой, или высокорослой (*V. corymbosum* L.), и межвидовые гибриды *V. corymbosum* L. и *V. angustifolium* L. *Northblue*, *Northcountry* и *Northland*.

Исследование биохимического состава плодов перечисленных таксонов голубик осуществляли с использованием распространенных методов получения аналитической информации, для чего в свежих усредненных пробах плодов определяли содержание сухих веществ – по ГОСТ 8756.2 – 82 [3]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [4]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [4]. 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 [5], кальция, магния

– комплексометрическим методом [4]; растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом [6]; пектиновых веществ (водорастворимого пектина и протопектина) – карбазольным методом [4]; суммы антоциановых пигментов – по методу Т. Swain, W. E. Hillis [7] с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю.Г. Скориковой и Э.А. Шафтан [8]; антоцианов – по методу Л.О. Шнайдемана и В.С. Афанасьевой [9]; суммы флавонолов – по методу Л. Сарапуу и Х. Мийдла [10]; суммы катехинов – фотометрическим методом с использованием ванилинового реактива [11]; фенолкарбоновых кислот (в пересчете на хлорогеновую) – методом нисходящей хроматографии на бумаге [12]; дубильных веществ – титриметрическим методом Левенталья [13]. Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. По нашим оценкам, приведенным в табл. 1, содержание сухих веществ в плодах опытных растений варьировалось в таксономическом ряду в годы наблюдений в диапазоне значений 12,8-14,1%, свободных органических кислот (в сухой массе) – 6,9-15,4%, аскорбиновой кислоты – 379,7-685,5 мг%, фенолкарбоновых кислот – 900,0-1896,6 мг%. Значительная ширина приведенных диапазонов свидетельствует о наличии существенных генотипических различий в накоплении в них указанных веществ.

Сравнительное исследование содержания последних в плодах *V. uliginosum* и тестируемых таксонов рода *Vaccinium* выявило их значительное отставание от эталонного вида в содержании и свободных органических и аскорбиновой кислот (соответственно на 32-55% и 29-45%), при наибольших различиях у *V. angustifolium* и наименьших у межвидового гибрида *Northblue* (табл. 2).

В отличие от них для фенолкарбоновых кислот была показана обратная закономерность – более значительное их содержание в плодах интродуцентов, нежели аборигенного вида, при относительных размерах выявленных различий от 31% у *V. angustifolium* до 98-111% у межвидовых

Таблица 1. Содержание сухих веществ и органических кислот (в сухой массе) в плодах таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре в годы исследований

Таксон	Сухие вещества, %		Свободные органические кислоты, %		Аскорбиновая кислота, мг/%		Фенолкарбоновые кислоты, %	
	$\bar{X} \pm st$	t_{Cr}	$\bar{X} \pm st$	t_{Cr}	$\bar{X} \pm st$	t_{Cr}	$\bar{X} \pm st$	t_{Cr}
<i>V. uliginosum</i>	13,5±0,1		15,4±0,04		685,5±9,1		900,0±14,4	
<i>V. angustifolium</i>	13,0±0,1	-3,4*	6,9±0,1	-72,4*	379,7±10,9	-21,5*	1175,0±52,0	5,1*
<i>Duke</i>	14,1±0,1	5,0*	9,9±0,1	-64,8*	397,2±7,7	-24,2*	950,0±38,2	1,2
<i>Northblue</i>	12,8±0,1	-5,0*	10,5±0,1	-58,7*	487,7±8,5	-15,9*	1783,3±16,7	40,1*
<i>Northcountry</i>	14,1±0,1	3,3*	8,2±0,1	-92,4*	402,8±5,0	-27,2*	1896,6±19,9	40,5*

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

гибридов *Northblue* и *Northcountry*. Лишь в плодах сорта *Duke* высокорослой голубики не было выявлено сколь-либо значимых различий с эталонным видом в накоплении данных соединений. При этом подобные различия в содержании в плодах сухих веществ оказались не столь выразительными (в пределах 4-5%) и противоположными по знаку у первой и второй пар тестируемых объектов.

Исследуемые таксоны голубик характеризовались весьма высоким содержанием в плодах растворимых сахаров, общее содержание которых варьировалось в диапазоне значений от 51,7 до 65,0% сухой массы при изменении их сахарокислотного индекса в пределах от 3,4 до 8,1 (табл. 3). При этом все интродуценты превосходили аборигенный вид *V. uliginosum* по данным показателям соответственно на 4-26% и 65-138% (табл. 4).

Лидирующее положение по накоплению в плодах растворимых сахаров принадлежало сорту *Duke* высокорослой голубики, тогда как наименее значительным их содержанием характеризовались *V. angustifolium* и особенно межвидовой гибрид *Northcountry*. Вместе с тем наименьшее в таксономическом ряду содержание в плодах *V. angustifolium* свободных органических кислот обусловило наибольший показатель их сахарокислотного

Таблица 2. Относительные различия с *V. uliginosum* содержания сухих веществ и органических кислот (в сухой массе) в плодах таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре в годы исследований, %

Таксон	Сухие вещества	Свободные органические кислоты	Аскорбиновая кислота	Фенолкарбоновые кислоты
<i>V. angustifolium</i>	-3,7	-55,2	-44,6	+30,6
<i>Duke</i>	+4,4	-35,7	-42,1	-
<i>Northblue</i>	-5,2	-31,8	-28,8	+98,1
<i>Northcountry</i>	+4,4	-46,8	-41,2	+110,7

Примечание: прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с эталонным видом при $P < 0,05$.

индекса, почти на 140% превышавший таковой аборигенного вида. Минимальным же его значением был отмечен межвидовой гибрид *Northblue*. При этом сорт *Duke V. corymbosum* и межвидовой гибрид *Northcountry*, занимавшие в этом ряду промежуточное положение, обладали сходным уровнем сахаристости плодов.

Общее содержание пектиновых веществ в сухой массе последних варьировалось в диапазоне значений 5,25-6,34%, в том числе гидропектина 1,24-3,12% и протопектина 3,22-4,52% (см. табл. 3). При этом плоды дикорастущей голубики, принятой за эталон сравнения, характеризовались равным долевым участием обеих фракций в составе пектинового комплекса. Для всех же интродуцентов было показано существенное преобладание в нем нерастворимого пектина, содержание которого в 2,0-3,6 раза превышало таковое гидропектина, что наиболее выразительно проявилось у межвидового гибрида *Northcountry*.

Все тестируемые таксоны голубики на 9-17% уступали *V. uliginosum* по общему накоплению в плодах пектиновых веществ, при наибольших различиях у сорта *Duke V. corymbosum* (см. табл. 4). Данный интегральный эффект был обусловлен тем, что все интродуценты на 8-40% превосходили дикорастущий вид голубики в содержании в плодах протопектина, но вместе с тем в значительно большей степени (на 44-60%) уступали ему в содержании гидропектина. При этом кратный размер соотношения количеств прото- и гидропектина в плодах интродуцированных таксонов голубики на 100-260% превышал таковой в плодах *V. uliginosum* при наиболее выразительном проявлении всех указанных различий у *V. angustifolium* и особенно у межвидового гибрида *Northcountry*.

Содержание биофлавоноидов в сухой массе плодов таксонов рода *Vaccinium* варьировалось в диапазоне значений 12 030,9-16 788,3 мг%, в том числе антоциановых пигментов 8736,0-13 572,0 мг%, катехинов 641,3-814,7 мг% и флавонолов 2401,7-4340,5 мг% (табл. 5). Нетрудно убедиться, что доминирующее положение в Р-витаминном комплексе плодов всех видов голубик с долевым участием 65-81% и преобладанием собственно антоцианов принадлежало антоциановым пигментам. Доля флавонолов в нем составляла 14-30%, и наименьшим долевым участием (не более 5-7%) характеризовались катехины.

Таблица 3. Содержание углеводов в сухой массе плодов таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре в годы исследований

Таксон	Растворимые сахара		Сахаро-кислотный индекс		Гидропектин		Пропопектин		Сумма пектиновых веществ		Пропопектин / Гидропектин	
	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}
<i>V. uliginosum</i>	51,7±0,7		3,4±0,02		3,12±0,02		3,22±0,01		6,34±0,04		1,0±0	
<i>V. angustifolium</i>	56,0±1,0	3,6*	8,1±0,03	80,6*	1,44±0,04	-34,0*	4,24±0,03	34,2*	5,68±0,07	-8,3*	2,9±0,1	27,2*
Duke	65,0±0	20,0*	6,5±0,02	53,2*	1,76±0,02	-44,0*	3,49±0,05	5,2*	5,25±0,07	-13,8*	2,0±0	157,6*
Northblue	59,3±0,7	8,1*	5,6±0,1	27,9*	1,62±0,05	-27,6*	3,81±0,01	28,7*	5,43±0,03	-17,7*	2,4±0,1	16,4*
Northcountry	53,7±0,2	2,9*	6,6±0,1	40,0*	1,24±0,03	-53,6*	4,52±0,09	14,8*	5,76±0,11	-4,8*	3,6±0	256,2*

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

Таблица 4. Относительные различия с *V. uliginosum* содержания углеводов в сухой массе плодов таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре в годы наблюдений, %

Таксон	Растворимые сахара	Сахаро-кислотн. индекс	Гидро-пектин	Прото-пектин	Сумма пектиновых веществ	Пртп/Гдрп
<i>V. angustifolium</i>	+8,3	+138,2	-53,8	+31,7	-10,4	+190,0
<i>Duke</i>	+25,7	+91,2	-43,6	+8,4	-17,2	+100,0
<i>Northblue</i>	+14,7	+64,7	-48,1	+18,3	-14,4	+140,0
<i>Northcountry</i>	+3,9	+94,1	-60,3	+40,4	-9,1	+260,0

Как следует из табл. 6, лишь единственный из тестируемых объектов – сорт *Duke* высокорослой голубики – на 14% превосходил *V. uliginosum* по общему содержанию в плодах биофлавоноидов, тогда как и *V. angustifolium*, и межвидовой гибрид *Northblue* уступали ей по данному признаку на 6 и 18% соответственно при отсутствии сколь-либо значимых различий с ней у гибрида *Northcountry*.

Все тестируемые таксоны рода *Vaccinium*, за исключением гибрида *Northblue*, на 11-42% превосходили эталонный вид по содержанию в плодах наиболее ценных компонентов биофлавоноидного комплекса – антоциановых пигментов с их выраженной антиоксидантной активностью, при наиболее выразительных различиях у сорта *Duke V. corymbosum*. При этом *V. angustifolium* и гибрид *Northblue* характеризовались сопоставимым с *V. uliginosum* содержанием в плодах собственно антоцианов, но если первый из них был отмечен более высоким, чем у нее, содержанием в плодах лейкоантоцианов, то второй, напротив, уступал ей в их накоплении на 18%, чем и было обусловлено его отставание от аборигенного вида по общему содержанию в плодах антоциановых пигментов. Заметим, что большинство тестируемых таксонов голубики незначительно (на 3-7%) превосходили *V. uliginosum* по содержанию в плодах катехинов, и лишь для *V. angustifolium* было показано на 16% меньшее, чем у нее, содержание данных соединений. Вместе с тем все интродуценты примерно в равной степени (на 41-45%) уступали аборигенному виду голубики в содержании в плодах флавонолов.

Таблица 5. Содержание фенольных соединений в сухой массе плодов таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре в годы наблюдений

Таксон	Биофлавоноиды, мг/%									
	собственно антоцианы		лейкоантоцианы		сумма антоциановых пигментов				катехины	
	X ± st	t _{Cr}	X ± st	t _{Cr}	X ± st	t _{Cr}	X ± st	t _{Cr}	X ± st	t _{Cr}
<i>V. uliginosum.</i>	5253,3±81,1		4314,7±219,5		9568,0±300,22		762,7±4,7			
<i>V. angustifolium</i>	5333,3±127,2	0,5	5274,7±173,3	3,4*	10608,0±252,2	3,4*	641,3±20,7			-5,7*
Duke	7813,3±53,3	26,4*	5758,7±90,1	6,1*	13572,0±104,0	12,6*	814,7±7,3			6,0*
Northblue	5213,3±26,7	-0,5	3522,7±39,3	-3,6*	8736,0±60,0	-2,8*	814,7±17,3			2,9*
Northcountry	6160,0±46,2	9,7*	5037,3±37,3	3,2*	11197,3±69,3	5,3*	788,7±3,7			4,4*
Таксон	Биофлавоноиды, мг/%									
	флавонолы		флавонолы/катехины		сумма				Дубильные вещества, %	
	X ± st	t _{Cr}	X ± st	t _{Cr}	X ± st	t _{Cr}	X ± st	t _{Cr}	X ± st	t _{Cr}
<i>V. uliginosum.</i>	4340,5±31,5		5,7±0,1		14671,1±330,5		3,87±0,03			
<i>V. angustifolium</i>	2541,4±26,2	-43,9*	4,0±0,2	-10,2*	13790,7±222,0	-2,9*	3,66±0,05			-3,9*
Duke	2401,7±23,1	-49,6*	3,0±0,1	-37,0*	16788,3±109,4	6,1*	3,12±0,02			-21,5*
Northblue	2480,3±8,7	-56,9*	3,0±0,1	-28,0*	12030,9±75,1	-7,8*	3,62±0,02			-7,1*
Northcountry	2515,2±26,2	-44,6*	3,2±0	-33,7*	14501,2±93,8	-0,5	3,91±0,05			0,7

Примечание: * – статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с эталонным видом при $P < 0,05$.

Содержание дубильных веществ, являющихся фенольными полимерами, в плодах таксонов рода *Vaccinium* составляло 3,12-3,91% сухой массы (см. табл. 5). При этом все тестируемые объекты, за исключением межвидового гибрида *Northcountry*, уступали *V. uliginosum* в их накоплении на 5-19%, при наибольших различиях у сорта *Duke V. corymbosum* (см. табл. 6).

Содержание макроэлементов в сухой массе плодов исследуемых таксонов рода *Vaccinium* составляло: для азота -0,42-0,68%, фосфора – 0,18 – 0,25%, калия – 0,63-0,72% (табл. 7).

Наиболее выразительный характер генотипических различий был установлен для двух первых элементов. Так, все интродуценты, особенно межвидовой гибриды *Northblue*, уступали на 29-38% аборигенному виду голубики в содержании в плодах азота (табл. 8). При этом все они, за исключением *V. angustifolium*, отставали от него также на 20-28% и в накоплении фосфора. Иной характер различий тестируемых таксонов голубики с *V. uliginosum* был показан для параметров накопления в плодах калия – превышение на 11-13% его эталонного уровня у межвидового гибрида *Northcountry* и *V. angustifolium*, на фоне отсутствия достоверных различий с ним у межвидового гибрида *Northblue* и сорта *Duke* высокорослой голубики.

Следует заметить, что в упомянутых выше подобных многолетних исследованиях, выполненных ранее в Глубокском

Таблица 6. Относительные различия с *V. uliginosum* содержания фенольных соединений в сухой массе плодов таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре в годы наблюдений, %

Таксон	Собств. антоцианы	Лейко-антоцианы	Сумма антоциан. пигм.	Катехины.	Флавонолы	Сумма биофлавонов.	Дубил. вещ.
<i>V. angustifolium</i>	-	+22,2	+10,9	-15,9	-41,4	-6,0	-5,4
Duke	+48,7	+33,5	+41,8	+6,8	-44,7	+14,4	-19,4
Northblue	-	-18,4	-8,7	+6,8	-42,9	-18,0	-6,5
Northcountry	+17,3	+16,7	+17,0	+3,4	-42,0	-	-

Примечание: прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с эталонным видом при $p < 0,05$.

районе Витебской области с этими же таксонами голубик, но на участке донного торфа другого ботанического состава, представленного остатками тростника обыкновенного, осоки нитевидной и древесины сосны, были выявлены сходные с установленными в настоящих исследованиях на участке торфа, сформированного сфагново-древесно-пушицевой ассоциацией, характеристики биохимического состава их плодов, но при иной степени выразительности генотипических различий в содержании в них большинства рассматриваемых соединений [14].

С целью выявления таксонов рода *Vaccinium*, обладающих наиболее высоким уровнем питательной и витаминной ценности плодов, был использован предложенный нами оригинальный методический прием [14], основанный на сопоставлении у тестируемых объектов количеств, относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных положительных и отрицательных отклонений от эталонных значений исследуемых характеристик биохимического состава плодов. При этом величина соотношения количеств положительных и отрицательных различий, превышавшая 1, указывала на преобладание у того или иного таксона частоты проявления преимуществ относительно эталонного объекта в качестве плодов, тогда как его величина, уступавшая 1, указывала на преобладание таковой отрицательных различий с ним. По величине суммарной амплитуды выявленных отклонений, независимо от их знака, можно было судить о выразительности различий каждого тестируемого таксона с эталонным объектом по совокупности всех исследуемых признаков, что позволяло провести их ранжирование в порядке снижения степени данных различий. Соотношение же относительных размеров совокупностей положительных и отрицательных различий с ним являлось критерием наличия либо отсутствия преимуществ каждого тестируемого объекта, по сравнению с эталонным, в биохимическом составе плодов в целом. Соответственно значения данного соотношения, превышавшие 1, свидетельствовали о наличии указанных преимуществ, тогда как значения, уступавшие 1, напротив, позволяли сделать вывод об их отсутствии.

Представленные в табл. 9 данные, характеризующие

Таблица 7. Содержание макроэлементов в сухой массе плодов таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре в годы наблюдений, %

Таксон	Азот		Фосфор		Калий	
	X ± st	t _{Cr}	X ± st	t _{Cr}	X ± st	t _{Cr}
<i>V. uliginosum</i>	0,68±0,01		0,25±0,01		0,64±0,01	
<i>V. angustifolium</i>	0,48±0,02	-8,7*	0,24±0,01	-0,9	0,72±0,01	5,9*
Duke	0,44±0,01	-14,6*	0,20±0	-5,3*	0,65±0,01	0,3
Northblue	0,42±0,02	-10,1*	0,18±0,01	-5,7*	0,63±0	-1,5
Northcountry	0,44±0,01	-15,0*	0,18±0,01	-5,7*	0,71±0,01	5,6*

Примечание: * – статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с эталонным видом при $P < 0,05$.

количество, направленность и степень выразительности сдвигов в биохимическом составе плодов тестируемых таксонов рода *Vaccinium* относительно *V. uliginosum* в двулетнем цикле наблюдений. показали наличие заметных генотипических различий в направленности и величине вышеуказанных сдвигов, свидетельствующих о различиях питательной и витаминной ценности их плодов.

Так, для *V. angustifolium* и межвидового гибрида *Northblue*

Таблица 8. Относительные различия с *V. uliginosum* содержания макроэлементов в сухой массе плодов таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре в годы наблюдений, %

Таксон	Азот	Фосфор	Калий
<i>V. angustifolium</i>	-29,4	-	+12,5
Duke	-35,3	-20,0	-
Northblue	-38,2	-28,0	-
Northcountry	-35,3	-28,0	+10,9

Примечание: прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с эталонным видом при $P < 0,05$.

было показано доминирование отрицательных различий с *V. uliginosum* в биохимическом составе плодов, и лишь у гибрида *Northcountry* наблюдалось преобладание позитивных различий.

При этом амплитуда относительных величин выявленных различий по совокупности анализируемых признаков, указывающая на степень их проявления, независимо от ориентации варьировалась в весьма узком диапазоне значений от 482,9% у гибрида *Northblue* до 564,5% у гибрида *Northcountry*. Это свидетельствовало об относительном сходстве степени контрастности различий интродуцентов с аборигенным видом по показателям качества плодов.

Вместе с тем данный признак не может служить критерием преимуществ тестируемых таксонов голубик относительно *V. uliginosum* в накоплении в плодах полезных веществ, поскольку указывает лишь на размах выявленных расхождений с ним в ту и другую стороны. Наиболее же объективное представление в этом плане может дать кратный размер соотношения относительных величин совокупностей положительных и отрицательных сдвигов в биохимическом составе их плодов относительно эталонного сорта. При этом у большинства тестируемых объектов, особенно у межвидового гибрида *Northblue*, он оказался меньше 1,0, что свидетельствовало о том, что по интегральному уровню питательной и витаминной ценности плодов они в определенной степени уступали аборигенному виду. Исключением в этом плане явился межвидовой гибрид *Northcountry* с размером данного соотношения 1,1, что указывало на наличие у него преимуществ в этом плане относительно *V. uliginosum*, главным образом, благодаря высокому содержанию в плодах калия, фенолкарбоновых кислот, антоциановых пигментов и протопектина. Вместе с тем и *V. angustifolium*, и сорт *Duke V. corymbosum* лишь незначительно отставали от предыдущего таксона по величине данного соотношения, что позволяло их также рассматривать в качестве объектов, перспективных для использования в фиторекультивационных целях по содержанию в плодах полезных веществ. При этом первый из них был привлекателен, прежде всего, своими вкусовыми свойствами, тогда как второй представлял интерес в качестве

потенциального источника растворимых сахаров и Р-витаминов, главным образом, антоциановых пигментов с их выявленным антиоксидантным действием.

Закключение. Исследование биохимического состава плодов 5 таксонов рода *Vaccinium*, в том числе аборигенного вида *V. uliginosum*. и ряда интродуцентов, в том числе клонов *V. angustifolium*, сорта *Duke V. corymbosum* и межвидовых гибридов *Northblue*. и *Northcountry*: в опытной культуре на остаточном слое сильнокислого малопродуктивного донного торфа, сформированного сфагновыми мхами и пушицей влагилищной, на территории выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения «Журавлевское» в Докшицком р-не Витебской обл. позволило выявить следующие диапазоны варьирования в таксономическом ряду параметров накопления в их сухой массе полезных веществ: свободных органических кислот – 6,9-15,4%, аскорбиновой кислоты – 379,7-685,5 мг%, фенолкарбоновых кислот – 900,0-1896,6 мг%, растворимых сахаров – 51,7-65,0%, при значениях сахарокислотного индекса 3,4-8,1, пектиновых веществ – 5,2-6,3%, в том числе гидропектина 1,2-3,1% и протопектина 3,2-4,5%, биофлавоноидов – 12030,9-16788,3 мг%, в том числе антоциановых пигментов 8736,0-13572,0 мг%, катехинов 641,3-814,7 мг% и флавонолов 2401,7-4340,5 мг%, сухих веществ – 12,8-14,1%, дубильных веществ – 3,12-3,91%, азота – 0,42-0,68%, фосфора – 0,18 – 0,25%, калия – 0,63-0,72%.

Таблица 9. Значения количеств, относительных размеров, амплитуд и соотношений разно ориентированных различий с *V. uliginosum* в биохимическом составе плодов тестируемых таксонов рода *Vaccinium*, в годы наблюдений, %

Таксон	Количество сдвигов, шт.			Относительные размеры сдвигов, %			
	полож.	отриц.	полож./отриц.	полож.	отриц.	амплитуда	полож./отриц.
<i>V. angustifolium</i>	7	10	0,6	243,5	265,8	509,3	0,9
<i>Duke</i>	8	8	1,0	233,1	258,0	491,1	0,9
<i>Northblue</i>	5	11	0,5	202,6	280,3	482,9	0,7
<i>Northcountry</i>	9	7	1,3	301,8	262,7	564,5	1,1

Большинство интродуцированных таксонов голубики, особенно межвидовой гибрид Northblue, в определенной степени уступали аборигенному виду по интегральному уровню питательной и витаминной ценности плодов. Исключением среди них явился межвидовой гибрид Northcountry, обладавший рядом преимуществ в этом плане относительно *V. uliginosum*, главным образом, благодаря высокому содержанию в плодах калия, фенолкарбоновых кислот, антоциановых пигментов и протопектина. Вместе с тем и *V. angustifolium*, и сорт Duke *V. corymbosum* лишь незначительно отставали от предыдущего таксона по содержанию в плодах полезных веществ, что позволило их также рассматривать в качестве перспективных объектов для использования в фиторекультивационных целях. При этом первый из них был привлекателен, прежде всего, своими вкусовыми свойствами, тогда как второй представлял интерес в качестве потенциального источника растворимых сахаров и Р- витаминов в основном антоциановых пигментов с их выраженным антиоксидантным действием.

Вместе с тем были выявлены сходные с ранее установленными у этих же таксонов голубик на участке донного торфа иного ботанического состава, представленного остатками тростника обыкновенного, осоки нитевидной и древесины сосны, в Глубокском районе Витебской обл. характеристики биохимического состава их плодов, но при иной степени выразительности генотипических различий в содержании в них большинства рассматриваемых соединений. Это позволяет заключить, что ботанический состав торфяной залежи оказывает влияние на степень проявления различий интродуцированных таксонов рода *Vaccinium* с аборигенным видом голубики в биохимическом составе плодов, при сохранении их ориентации.

Литература

1. Научное обоснование сортимента вересковых для фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси на основе культивирования таксонов с высоким содержанием полезных веществ в ягодной продукции (методические рекомендации). Минск: Право и экономика, 2011.
2. Фиторекультивация выбывших из промышленной эксплуатации

торфяных месторождений севера Беларуси на основе возделывания ягодных растений семейства Ericaceae / Под ред. В.Н. Решетникова. Минск, 2011.

3. ГОСТ 8756.2-82. Методы определения сухих веществ. М. 1982. 5 с.

4. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. М., 1987. 430 с.

5. Фоменко К.П., Нестеров Н.Н. // Химия в сельском хозяйстве. 1971. № 10. С. 72-74.

6. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. М., 1985. С. 110-112.

7. Swain T., Hillis W. // J.Sci. Food Agric. 1959. Vol. 10. № 1. P. 63-68.

8. Скорикова Ю. Г., Шафтан Э.А. // Тр. 3 Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. Свердловск, 1968. С. 451-461.

9. 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.

10. Сарапуу Л.П., Мийдла Х. // Уч. Зап. Тарт. Гос. ун-та. 1971. Вып. 256. С. 111-113.

11. Запрометов М.Н. Биохимия катехинов. М., 1964. 325 с.

12. Мжаванадзе В.В. и др. // Сообщ. АН Груз. ССР. 1971. Т. 63. Вып. 1. С. 205-210.

13. Государственная фармакопея СССР. Вып. 1. Общие методы анализа. М., 1987. С. 286-287.

14. Формирование биохимического состава плодов видов сем. *Ericaceae* при интродукции в условиях Беларуси / Под ред. В.И. Парфенова. Минск, 2011. С. 211-307.

Ж.А. РУПАСОВА, Т.И. ВАСИЛЕВСКАЯ,

А.П. ЯКОВЛЕВ, И.И. ЛИШТВАН, Н.П. ВАРАВИНА,

Н.Б. КРИНИЦКАЯ, А.М. БУБНОВА

РАНЖИРОВАНИЕ ИНТРОДУЦЕНТОВ РОДА *VACCINIUM* ПО ПИТАТЕЛЬНОЙ И ВИТАМИННОЙ ЦЕННОСТИ ПЛОДОВ НА ТОРФЯНЫХ ВЫРАБОТКАХ СЕВЕРА БЕЛАРУСИ

Резюме

На основании сравнительного исследования 5 представителей рода *Vaccinium* – *V. uliginosum* L., *V. angustifolium* L., сорта *Duke V. corymbosum* L. и межвидовых гибридов *V. corymbosum* L. и *V. angustifolium* L. – *Northblue*,

Northcountry и *Northland* по содержанию в плодах органических кислот, растворимых сахаров, пектинов, танинов, основных групп биофлавоноидов и макроэлементов в условиях опытной культуры на остаточном слое донного торфа в Докшицком районе Витебской области выявлены наиболее перспективные таксоны для создания локальных фитоценозов на торфяных выработках севера Беларуси.

J. RUPASOVA, T. VASILEUSKAYA, A. YAKOVLEV,
I. LISHTVAN, N. VARAVINA, N. KRYNITSKAYA,
A. BUBNOVA

**RANKING OF ALIEN SPECIES OF VACCINIUM GENUS BY
NUTRIENT VALUES AND VITAMIN FRUIT ON PEAT DEPOSITS
OF THE NORTH OF BELARUS**

Summary

The parameters of the accumulation of dry pectin and tannins, and a number of organic acids, soluble sugars, bioflavonoids and major mineral elements in the fruits of five taxa of the *Vaccinium* genus, including indigenous species *V. uliginosum*, and alien species, including *V. angustifolium*, *V. corymbosum* and their interspecies hybrids in the experimental culture on the cut-over peat deposit in Dokshitsy district of the Vitebsk region are presented. It is shown that all indigenous species except *Northcountry* cv., are inferior to the indigenous species by a combined level of nutritional and vitamin value of the fruit. Found that the botanical composition of peat deposits is influenced by the degree of these differences display, while their orientation is preserved.

Поступила в редакцию 16.07.2012 г.