

Национальная академия наук Беларуси
Центральный ботанический сад

Опыт и перспективы возделывания ягодных растений семейства Брусничные на территории Беларуси и сопредельных стран

Материалы Международного научно-практического семинара
г. Минск, 18–19 июля 2017 г.

Минск
«Медисонт»
2017

УДК 634.738-15(082)
ББК 42.358-4я43
О-62

Редакционная коллегия:

В. В. Титок, д-р биол. наук, чл.-корр. НАН Беларуси;
Л. В. Гончарова, канд. биол. наук; *Н. Б. Павловский*, канд. биол. наук.

Рецензенты:

В. Н. Решетников, д-р биол. наук, академик НАН Беларуси;
Н. Б. Павловский, канд. биол. наук.

Иллюстрации предоставлены авторами публикаций

Опыт и перспективы возделывания ягодных растений семейства
О-62 Брусничные на территории Беларуси и сопредельных стран : материалы
Международного научно-практического семинара (г. Минск, 18-19
июля 2017 г.) / Национальная академия наук Беларуси; Центральный
ботанический сад ; редкол.: В. В. Титок [и др.]. — Минск : Медисонт,
2017. — 124 с.

ISBN 978-9857-136-61-2.

В сборнике представлены результаты исследований ученых Беларуси и
Росси. В них отражена экологическая проблематика и перспективы разви-
тия нетрадиционного ягодоводства, систематики, интродукции, биохимии,
биотехнологии, переработки и хранения плодов ягодных растений семейства
Vacciniaceae.

УДК 634.738-15(082)

ББК 42.358-4я43

ISBN 978-9857-136-61-2

© Центральный ботанический сад
Национальной академии наук Беларуси, 2017
© Оформление. ООО «Медисонт», 2017

Влияние гормонального состава питательной среды и субстрата для адаптации на размножение сортов голубики узколистной

Божидай Т. Н., Кухарчик Н. В.

Институт плодородства, аг. Самохваловичи, Беларусь,
e-mail: tanya_bozhidaj@mail.ru

Резюме. Определены оптимальные условия для размножения *in vitro* и укоренения *ex vitro* растений-регенерантов сортов голубики узколистной (Мотега, Половчанка, Янка). Установлено, что приемлемой для размножения *in vitro* растений-регенерантов является питательная среда WPM с 1 мг/л зеатина. Укоренение микропобегов в условиях *ex vitro* (на субстрате мох *Sphagnum* L. со слоем верхового торфа (0,5 см) или верховой торф) позволяет одновременно укоренять и адаптировать регенеранты голубики узколистной (эффективность — 90,0–96,5%).

Summary. The optimal conditions for *in vitro* propagation and *ex vitro* rooting of *Vaccinium angustifolium* Ait. (Motego, Polovchanka, Yanka) were defined. The Woody Plant Medium (WPM) with 1 mg/l zeatin is the most acceptable for propagation of blueberry. Rooting *in vitro*-derived shoots in *ex vitro* conditions (on substrate such as moss *Sphagnum* L. with layer of peat (0,5 cm) or peat) enables to root and adapt regenerants (efficiency — 90,0–96,5%).

Голубика узколистная (*Vaccinium angustifolium* Ait.) — перспективная культура как для любительского садоводства, так и для промышленного возделывания (в том числе на выработанных торфяных месторождениях) [1; 2].

В результате селекционной работы О. В. Морозовым и Д. В. Гордеем были созданы первые отечественные сорта голубики узколистной — Мотега, Половчанка, Янка [3] (сорта включены в Государственный реестр сортов Республики Беларусь [4]).

Цель исследований — изучить влияние гормонального состава питательной среды при размножении *in vitro*, а также суб-

стратов при укоренении *ex vitro* на морфологические показатели развития растений-регенерантов сортов голубики узколистной (Мотега, Половчанка, Янка).

Растения-регенеранты культивировали на агаризованной питательной среде (рН 5.0) для культивирования древесных растений (Woody Plant Medium, WPM) [5] с добавлением зеатина в концентрациях 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 мг/л. Стерилизацию среды проводили при давлении 0,9 атм в течение 15 мин после введения в нее всех необходимых витаминов и физиологически активных веществ. Условия культивирования: освещение — 2,5–3,0 тыс. лк, температура — +21...+23 °С, фотопериод — 16/8 ч. Длительность одного пассажа — 4 недели.

Для укоренения микропобегов в условиях *ex vitro* использовали мох *Sphagnum* L. со слоем верхового торфа (0,5 см) и верховой торф. Микропобеги высаживали в мини-парники 450×200×70 мм (расстояние между рядами — 10–15 мм, в ряду — 7–10 мм). Условия укоренения: освещение — 2,5–3 тыс. лк, температура — +20...+22 °С, фотопериод — 16/8 ч. Длительность культивирования — 4 недели.

Статистическую обработку проводили в программе Statistica 6.0, используя ANOVA, критерий Дункана ($p < 0,05$) для сравнения средних значений ($n=3$). В таблицах данные отображены в виде «среднее значение ± средняя статистическая ошибка». Одинаковое буквенное значение в столбцах означает недостоверность различий между средними значениями при $p < 0,05$.

При культивировании *in vitro* сортов голубики узколистной (Мотега, Половчанка, Янка) отмечено, что побегообразование зависело от генотипа ($p < 0,001$) и от гормонального состава питательной среды ($p < 0,001$), а длина побегов — от гормонального состава питательной среды ($p < 0,001$), генотипа ($p < 0,001$) и от совместного действия двух факторов ($p < 0,05$).

Растения-регенеранты голубики узколистной сорта Половчанка обладали максимальной способностью к побегообразованию в культуре *in vitro* по сравнению с другими сортами (табл. 1).

Таблица 1. Развитие растений-регенерантов голубики узколистной в зависимости от концентрации цитокинина

Сорт	Концентрация зеатина, мг/л	Количество побегов на эксплант, шт.	Длина побегов, см	
			средняя	максимальная
Мотего	0,5	1,73 ± 0,17 ^a	1,27 ± 0,04 ^b	1,47 ± 0,05 ^{bc}
	1,0	2,07 ± 0,12 ^{ab}	1,32 ± 0,06 ^b	1,49 ± 0,03 ^{bcd}
	1,5	2,03 ± 0,07 ^{ab}	0,93 ± 0,04 ^a	1,08 ± 0,07 ^a
	2,0	2,73 ± 0,24 ^{cd}	0,92 ± 0,04 ^a	1,08 ± 0,05 ^a
Половчанка	0,5	2,40 ± 0,15 ^{bc}	1,36 ± 0,02 ^b	1,69 ± 0,09 ^{cd}
	1,0	3,10 ± 0,26 ^{de}	0,91 ± 0,04 ^a	1,30 ± 0,01 ^{ab}
	1,5	3,07 ± 0,09 ^{de}	0,93 ± 0,10 ^a	1,32 ± 0,15 ^{ab}
	2,0	3,30 ± 0,25 ^e	0,78 ± 0,04 ^a	1,06 ± 0,08 ^a
Янка	0,5	2,03 ± 0,12 ^{ab}	1,69 ± 0,13 ^c	1,98 ± 0,13 ^{ef}
	1,0	2,17 ± 0,15 ^{abc}	1,61 ± 0,12 ^c	2,04 ± 0,13 ^f
	1,5	2,30 ± 0,25 ^{abc}	1,28 ± 0,03 ^b	1,62 ± 0,03 ^{cd}
	2,0	2,70 ± 0,12 ^{cd}	1,37 ± 0,07 ^b	1,76 ± 0,11 ^{de}

При оценке такого показателя, как длина побегов растений, было отмечено, что по максимальной и средней длине побегов растения-регенеранты голубики сорта Янка превосходили растения других сортов.

Оптимальной питательной средой для микроразмножения сортов голубики узколистной является WPM с 1 мг/л зеатина.

Укоренение голубики непосредственно в субстрате (минуя стадию ризогенеза в культуре *in vitro*) без использования индукторов ризогенеза позволило получить до 96,5 % укорененных растений-регенерантов (табл. 2).

Исследования показали, что в течение ризогенеза *ex vitro* на прирост побега влияет генотип ($p < 0,05$) и тип субстрата ($p < 0,001$), на увеличение длины основной массы корней — генотип ($p < 0,001$) и генотип совместно с субстратом ($p < 0,05$), на максимальную длину корней — генотип ($p < 0,001$).

Наибольший прирост побегов растения голубики имели на мхе *Sphagnum* L. со слоем верхового торфа.

Длина корней растений голубики сортов Мотега и Половчанка не зависела от субстрата. На развитие корневой системы растений голубики сорта Янка положительное влияние оказал субстрат мох *Sphagnum* L. со слоем верхового торфа.

Лучшая степень развития побегов в процессе адаптации отмечена для растений голубики сорта Янка, корневой системы — сорта Мотега.

Таким образом, лучшей для размножения *in vitro* растений-регенерантов сортов голубики узколистной (Мотега, Половчанка, Янка) является питательная среда WPM с 1 мг/л зеатина, которая позволяет получать до 3,10 побегов на эксплант за одно субкультивирование со средней длиной до 1,61 см.

Укоренение микропобегов в условиях *ex vitro* позволяет одновременно укоренять и адаптировать растения-регенеранты голубики узколистной. Эффективность совмещенного укоренения и адаптации составила 90,0–96,5 %.

Таблица 2. Морфометрические показатели развития растений-регенерантов голубики узколистной при укоренении *ex vitro*

Сорт	Субстрат	Доля укоренившихся регенерантов, %	Длина побега, см	Прирост побега, см	Длина корней, см	
					максимальная	основной массы
Мотега	мох со слоем верхового торфа	95,1	3,02 ± 0,13 ^b	1,24 ± 0,10 ^{bc}	2,77 ± 0,07 ^{cd}	1,96 ± 0,06 ^d
	верховой торф	96,5	2,45 ± 0,05 ^a	0,91 ± 0,02 ^{ab}	2,86 ± 0,17 ^d	2,03 ± 0,04 ^d
Половчанка	мох со слоем верхового торфа	96,4	3,12 ± 0,11 ^b	1,27 ± 0,08 ^b	1,67 ± 0,18 ^a	1,08 ± 0,07 ^a
	верховой торф	90,0	2,45 ± 0,23 ^a	0,61 ± 0,22 ^a	2,07 ± 0,02 ^b	1,12 ± 0,02 ^a
Янка	мох со слоем верхового торфа	92,5	3,91 ± 0,03 ^c	1,77 ± 0,04 ^c	2,40 ± 0,05 ^{bc}	1,65 ± 0,04 ^c
	верховой торф	93,0	2,78 ± 0,08 ^{ab}	1,05 ± 0,05 ^{bc}	2,28 ± 0,17 ^b	1,32 ± 0,02 ^b

Список литературы

1. Морозов, О. В. Фиторекультивация выработанных торфяников с использованием голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) / О. В. Морозов, Д. В. Гордей // Современные проблемы оптимизации зональных и нарушенных земель: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 40-летию Воронежской школы рекультиваторщиков, 21–24 октября 2009 г. — Воронеж, 2009. — С. 68–71.
2. Шалимо, П. В. Экономическая эффективность плантационного выращивания голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) в молодых посадках на выработанном верховом торфяном месторождении в подзоне дубово-темнохвойных лесов / П. В. Шалимо, О. В. Морозов, Д. В. Гордей // Лесное и охотничье хозяйство. — 2012. — № 2. — С. 15–21
3. Гордей, Д. В. Культивирование голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) на выработанных площадях торфяных месторождений верхового типа при интродукции в Белорусском Поозерье: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.14 / Д. В. Гордей; Ин-т экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. — Минск, 2014. — 25 с.
4. Государственный реестр сортов / отв. ред.: В. А. Бейня. — Минск, 2015. — С. 87.
5. Lloyd, G. Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot tip culture / G. Lloyd, B. McCown // Comb. Proc. Int. Plant Prop. Soc. — 1980. — Vol. 30. — P. 421–427.

Развитие микоризы у сортовой голубики при использовании удобрений на выработанном торфянике

Булавко Г. И., Яковлев А. П., Антохина С. П.

*Центральный ботанический сад НАН Республики Беларусь,
г. Минск, Беларусь, e-mail: bulavkog@mail.ru*

Резюме. Проведены наблюдения за развитием микоризного симбиоза на корнях голубики высокой в условиях выработанных торфяных месторождений. Установлено, что удобрения минеральные и удобрения микробиологические в равной степени сдерживают развитие симбиоза.

Summary. There were conducted monitoring of mycorrhizal symbiosis development on the roots of highbush blueberry under conditions of the developed peat deposits. It was found that as mineral fertilizers as microbiological fertilizer equally constrained the development of the symbiosis.

Посадка ягодных растений на площадях выбывших из эксплуатации торфяных месторождений позволяет рационально использовать бросовые земли и ускорить темпы восстановительной сукцессии на данных территориях. Однако для получения ягодной продукции остаточный торфяной слой следует обогащать биогенными элементами. В современной биологической науке наряду с работой над минеральными композициями разрабатываются альтернативные бактериальные удобрения. Известно, что почвенные микроорганизмы выполняют ряд важных функций в экосистеме, среди которых необходимые для растений процессы трансформации фосфора в доступные для растений формы, вовлечение атмосферного азота в биологический круговорот [1; 2]. Современные аграрные технологии предусматривают усиление микробного комплекса видами, которые увеличивают скорость тех или иных процессов, жизненно важных для растений. Такой способ обогащения почвы является экологически безопас-

ным и более рациональным, чем использование традиционных минеральных удобрений. Однако для этого необходима корректировка с учетом типа почвы и видов растений.

Остаточная залежь выбывших из эксплуатации торфяных месторождений, по сути, представляет органогенную породу с минимальным содержанием в ней доступных форм основных элементов питания и высоким уровнем кислотности. Такие эдафические условия относительно пригодны для культивирования ягодных растений подсемейства брусничных, успешное развитие которых во многом обусловлено наличием микоризного симбионта на их корнях. Установлено, что микобионт эрикоидной (вересковой) микоризы способен снабжать высшие растения элементами питания из органических соединений, недоступных для них [3]. Эта качество является важным при создании ягодных посадок на торфяных выработках, поскольку, по мнению авторов [4], микориза дает большие преимущества для развития растений, особенно на органических субстратах. Кроме снабжения элементами питания наличие микоризы позволяет растениям переносить засуху, сдерживает поступление загрязняющих веществ в корни [5–7].

В коммерческой сети Беларуси и сопредельных государств реализуются препараты торговых марок Mycorplant, «Экориз», Vaxi Root и др., пропагандирующих улучшение роста и развития культивируемых растений за счет использования грибов-микоризообразователей, вносимых в почву. Сотрудниками Института микробиологии НАН Беларуси также разработана серия микробных препаратов «Агромик», «Бактопин», «МаКлор», обеспечивающих улучшение эдафического фактора для растений, выращиваемых в сложных экологических условиях. Необходимо отметить, что повышение концентрации биогенных элементов в субстрате за счет внесения минеральных подкормок снижает степень микоризации корней [8; 9]. Научная информация о влиянии микробных удобрений на развитие микоризного симбиоза с высшими растениями в настоящее время отсутствует.

Цель работы состояла в исследовании активности развития эрикоидной микоризы в корнях сортовой голубики при исполь-

зовании минеральных и микробных удобрений на участке выростного торфяного месторождения.

В полевом эксперименте на территории вырубленного из промышленной эксплуатации торфяного месторождения «Журавлевское» (N 55°00'21", E 27°57'09") в качестве объектов исследования использовали однолетние саженцы двух сортов *V. corymbosum* L. — *Denise Blue* и *Northland*. На момент закладки опыта торфяной субстрат характеризовался малой зольностью, не превышавшей 1,6%, высоким уровнем обменной кислотности (рН 2,89) при низком естественном плодородии, что подтверждалось незначительным содержанием аммонийной и нитратной форм минерального азота и подвижных форм фосфора и калия. Минеральные и микробные удобрения вносили дважды за сезон: первый — одновременно с посадкой, второй — через месяц после нее.

Строго следуя методике, разработанной для определения микоризы у представителей семейства *Ericaceae* [10], отобраны образцы, приготовлены препараты и проведено определение развития микоризной инфекции на корнях ягодных растений. Степень микоризации корней определяли в конце вегетационного сезона. Количественная характеристика развития эндомикоризы корней выполнена с использованием микроскопа МС100 (XP) Flu. Для приготовления временных препаратов брали не менее 20 см корневых сегментов, на которых просматривали от 100 до 300 полей зрения, а затем определяли степень развития микоризы в корне. Исследовали корни диаметром не более 500–600 мкм, корни большего диаметра, как правило, не содержат гриба и их не рассматривают. Определив длину микоризованных участков корневой системы, относили ее к общей длине просмотренных отрезков, выраженной в процентах. К корням I порядка условно относили корни диаметром 300–600 мкм, к корням II порядка — более тонкие корешки — до 300 мкм [8].

Проведенные исследования показали, что степень микоризации корней различается у разных сортов растений при отличной их реакции на внесение удобрений (см. табл. 1). Как видно из таблицы 1, у сортов *Denise Blue* и *Northland* по вариантам опыта средняя длина микоризованных корней практически не отлича-

лась в диапазоне варьирования (соответственно 32,9–52,5 и 37,3–53,3 %). При этом, как и ожидалось, разница доли микоризации корней I и II порядков и для ранне-, и для среднеспелого сортов голубики была более существенной. У *Denise Blue* соответствующий диапазон для более толстых корней в 1,4 раза, а для более тонких в 1,5 раза был больше, чем у *Northland*.

Показано, что корни толщиной менее 300 мкм инфицируются более активно. Так, для *Denise Blue* в контрольном варианте около 83 % корней II порядка содержало грибной компонент, растения сорта *Northland* — свыше 75 %, тогда как аналогичные показатели для корней I порядка были значительно меньше и отставали на 370,8 и 242,3 % соответственно.

Исследования подтвердили выявленную ранее закономерность [8; 9] об ингибировании развития микоризы в корнях растений при дополнительном внесении удобрений. Нами выявлено, что, независимо от вида удобрения, реакция растений на их внесение оказалась одинаковой. Во всех вариантах опыта с использованием дополнительного питания голубики для корней I, и II порядков установлено заметное отставание от контрольных растений в степени их микоризации. Доля микоризованных корней в опыте с внесением полного минерального удобрения была сопоставимой для обоих сортов. Средняя длина инфицированных корней была достоверно меньше, чем в контроле, на 23 % у сорта *Denise Blue* и на 30 % у сорта *Northland*. Ингибирование микоризообразования корней II порядка у среднеспелого сорта оказалось почти в два раза выше, чем у раннеспелого, и не отличалось у корней I порядка.

Действие микробного удобрения на микоризный симбиоз оказалось схожим с действием полного минерального — доля микоризованных корней сокращалась. В большей степени развитие грибного симбионта в корнях голубики, независимо от сортовой принадлежности, сдерживалось в варианте с высокой концентрацией препарата (50 %-й рабочий раствор).

Более низкая концентрация рабочего раствора с удобрением «МаКлор» достоверно не ингибировала развитие микоризы в корнях опытных растений голубики. Более того, для сорта

Таблица 1. Доля микоризованных корней (%) у сортов голубики высокой в полевом эксперименте

Вариант опыта	Корни I порядка	<i>t</i> -критерий	Корни II порядка	<i>t</i> -критерий	Среднее значение	<i>t</i> -критерий
<i>Denise Blue</i>						
Контроль, без удобрений	22,3 ± 3,8	–	82,7 ± 5,8	–	52,5 ± 4,8	–
NPK 16:16:16	14,5 ± 3,4	1,53	66,2 ± 4,3	2,29*	40,4 ± 3,9	1,95*
«МаКлор» 10%	17,8 ± 3,3	0,89	75,9 ± 3,7	0,99	46,9 ± 3,5	0,95
«МаКлор» 50%	5,4 ± 2,0	3,93*	60,3 ± 4,5	3,05*	32,9 ± 3,3	3,39*
<i>Northland</i>						
Контроль, без удобрений	31,1 ± 4,8	–	75,4 ± 4,1	–	53,3 ± 4,5	–
NPK 16:16:16	10,8 ± 2,7	3,69*	64,0 ± 3,8	2,04*	37,4 ± 3,3	2,88*
«МаКлор» 10%	25,9 ± 4,2	0,82	79,4 ± 3,7	0,72	52,7 ± 3,9	0,10
«МаКлор» 50%	9,1 ± 2,6	4,03*	65,5 ± 3,4	1,86*	37,3 ± 3,0	2,97*

* Достоверные различия при $p < 0,05$.

Northland в корнях I порядка активность образования грибного симбионта оказалась выше, чем в контрольном варианте опыта.

Полученные результаты наталкивают на мысль, что растения в сложных экологических условиях мобилизуют свои внутренние резервы на выживание, в том числе и за счет деятельности микоризы. В ситуации же, когда для питания голубики доступные формы азота, фосфора и калия поступают извне (в виде минеральных подкормок или микробных удобрений), более выгодным вариантом поглощения и расходования питательных элементов на процессы метаболизма является второй. Это, в свою очередь, приводит к уменьшению доли микоризованных корней.

Подтверждением этому служит информация о развитии вегетативной сферы опытных растений в полевом эксперименте, представленная в таблице 2.

Таблица 2. Характеристика габитуса однолетних растений голубики в опытной культуре в конце вегетационного периода 2016 г.

Вариант опыта	Высота куста, см		Диаметр кроны, см				Объем куста, дм ³	
			запад-восток		север-юг			
	$\bar{x} \pm S_x$	t	$\bar{x} \pm S_x$	t	$\bar{x} \pm S_x$	t	$\bar{x} \pm S_x$	t
<i>Denise Blue</i>								
Контроль, без удобрений	11,6 ± 1,7	–	11,2 ± 1,9	–	16,0 ± 2,0	–	1,1 ± 0,3	–
NPK 16:16:16	28,4 ± 5,9	2,74'	27,4 ± 6,5	2,39'	25,6 ± 3,8	2,24'	11,3 ± 4,5	2,26'
«МаКлор» 10%	33,4 ± 7,6	2,80'	34,2 ± 5,6	3,89'	31,4 ± 2,9	4,37'	18,8 ± 5,3	3,33'
«МаКлор» 50%	35,4 ± 5,4	4,20'	45,0 ± 7,6	4,31'	37,8 ± 5,2	3,91'	32,8 ± 13,3	2,38'
<i>Northland</i>								
Контроль, без удобрений	12,4 ± 3,0	–	10,3 ± 2,8	–	8,8 ± 2,8	–	0,7 ± 0,4	–
NPK 16:16:16	22,4 ± 3,6	2,13'	19,2 ± 3,4	2,02'	19,2 ± 2,3	2,87'	4,5 ± 1,8	2,06'
«МаКлор» 10%	30,8 ± 5,0	3,16'	32,4 ± 7,5	2,76'	29,0 ± 7,0	2,68'	14,6 ± 3,5	3,95'
«МаКлор» 50%	32,0 ± 5,8	3,00'	37,2 ± 8,8	2,91'	33,6 ± 7,5	3,10'	22,5 ± 9,6	2,27'

В контрольном варианте опыта, характеризовавшемся самым высоким процентом микоризации корней (см. табл. 1), отставание по ростовым показателям у голубики обоих сортов было достоверным по всем изучаемым характеристикам.

Таким образом, проведенные исследования показали, что как минеральные, так и микробные удобрения подавляют развитие грибного симбионта в корнях голубики высокой. Действие микробных препаратов различается в зависимости от их состава. В большей степени грибного симбионта лишаются корни I порядка (диаметром 300–600 мкм). Эффект от внесения удобрений определяется также сортовой принадлежностью голубики.

Список литературы

1. Емцев, В. Т. Микробиология: учебник для вузов / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. — М.: Дрофа, 2005. — 445 с.
2. Экология микроорганизмов / А. И. Нетрусов [и др.]; под ред. А. И. Нетрусова. — М.: Изд. центр «Академия», 2004. — 272 с.
3. Read, D. J. The biology of mycorrhiza in the *Ericales* / D. J. Read // Canadian Journal of Botany. — 1983. — V. 61(3). — P. 985–1004.
4. Cairney, J. W. G. Biology of mycorrhizal associations of epacris (*Ericaceae*) / J. W. G. Cairney, A. E. Ashford // New Phytologist. — 2002. — Vol. 154. — P. 305–326.
5. Read, D. J. The Structure and Function of the Ericoid Mycorrhizal Root / D. J. Read // Annals of Botany. — 1996. — Vol. 77. — P. 365–374.
6. Subramanian, K. S. Acquisition of N by external hyphae of an arbuscular mycorrhizal fungus and its impact on physiological responses in maize under drought-stressed and well-watered conditions / K. S. Subramanian, C. Charest // Mycorrhizae. — 1999. — Vol. 9. — P. 69–75.
7. Arsenic uptake and toxicity in plants: integrating mycorrhizal influences / Sally E. Smith [et al.] // Plant Soil. — 2010. — Vol. 327. — P. 1–21.
8. Селиванов, И. А. Микосимбиотрофия как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза / И. А. Селиванов. — М.: Наука, 1981. — 232 с.
9. Read, D. J. The mycorrhizal mycelium / D. J. Read // Mycorrhizal functioning: An integrative plant-fungal process; Allen M. F. (ed.). — 1992. — P. 102–133.
10. Boyer E. P., Ballington G. R., Hainland C. M. Endomycorrhizae of *Vaccinium corymbosum* L. in North Carolina / E. P. Boyer, G. R. Ballington, C. M. Hainland // Journal of American Society Hort. Science. — 1982. — Vol. 107(5). — P. 751–754.

Сравнительный ISSR-ПЦР-анализ ДНК растений, выделенной протоколом ЦТАБ-PVP-меркаптоэтанол

Водчиц Н. В., Коршун Е. Р., Пасовец М. В., Жатько К. И.,
Гуринович Т. М., Волотович А. А.

Полесский государственный университет, г. Пинск, Беларусь,
e-mail: vodna76@mail.ru

Резюме. Общей проблемой высших растений при выделении ДНК являются различные загрязняющие вещества: полисахариды и полифенолы. Получение качественного препарата суммарной ДНК и устранение ингибирующих веществ для растений, богатых полифенолами и полисахаридами, удалось с помощью протокола ЦТАБ-PVP-меркаптоэтанол. Была проведена амплификация ДНК всех образцов с использованием ISSR-праймера UBC 845. Применение выделенной ДНК в качестве матрицы в ISSR-анализе позволило получить воспроизводимые электрофоретические профили с количеством фрагментов от 7 до 11.

Summary. The common problem of higher plants in the isolation of DNA are various pollutants: polysaccharides and polyphenols. The preparation of a qualitative preparation of total DNA and the elimination of inhibitory substances for plants rich in polyphenols and polysaccharides was achieved with the help of the CTAB-PVP-mercaptoethanol protocol. DNA amplification of all samples was performed using the ISSR primer UBC 845. The use of isolated DNA as a template in the ISSR analysis yielded reproducible electrophoretic profiles with a number of fragments from 7 to 11.

Введение

Семейство вересковых (*Ericaceae*) включает около тысячи видов вечнозеленых, полулистопадных и листопадных кустарников и деревьев, особое место среди которых занимают обширные роды — *Rhododendron* и *Vaccinium* [1].

Голубика высокая является ценной ягодной культурой как в биологическом, так и в экономическом отношении, а в результате многолетних исследований была доказана перспективность ее выращивания в условиях Беларуси [2].

Рододендроны лишь сравнительно недавно стали по-настоящему популярны, так как они продуцируют биологически активные вещества, обладающие широким спектром фармакологического действия и успешно применяются для профилактики и лечения многих заболеваний [3; 4].

Плоды современных сортов малины обычного и ремонтантного типов рода *Rubus* в настоящий момент являются одними из наиболее востребованных. Они пользуются большим спросом у населения, так как обладают уникальными питательными и лечебными свойствами [5].

Получение высокомолекулярной ДНК из тканей растений — это сложная задача, поскольку важным фактором является эффективное разрушение клеточных стенок, а растительные экстракты содержат большое количество белков, полисахаридов, танинов и пигментов, которые в ряде случаев весьма трудно отделить от нуклеиновой кислоты [6]. Устранения ингибирующих ПЦР веществ у растений рода *Vaccinium* с высоким содержанием полифенолов и полисахаридов удалось достигнуть с помощью протокола ЦТАБ-PVP-меркаптоэтанол [7]. Растительный материал рододендронов и малины также отличается большим содержанием данных соединений [4; 5].

ISSR-метод используется для выявления генетического разнообразия растительного материала, идентификации генетического полиморфизма видов растений с различными целями (классификация, идентификация, паспортизация и т. д.) [8].

Целью данной работы являлось проведение сравнительного молекулярно-генетического анализа ДНК, выделенной протоколом ЦТАБ-PVP-меркаптоэтанол из растительных тканей рододендрона вечнозеленого, малины обыкновенной и двух сортов голубики высокой.

Материалы и методы исследований

Исследования были проведены на базе научно-исследовательской лаборатории прикладной и фундаментальной биотехнологии биотехнологического факультета УО «Полесский государствен-

ный университет» (далее БТФ ПолесГУ). Использовали ткани разных органов растений (стебель и лист) сортов голубики высокой *Toro*, *Bluegold*, малины обыкновенной сорт *Polana* и рододендрона вечнозеленого, произведенных методом клонального микроразмножения *in vitro* на базе научно-исследовательской лаборатории клеточных технологий в растениеводстве БТФ ПолесГУ.

ДНК выделяли протоколом ЦТАБ-PVP-меркаптоэтанол [7]. Осадок ДНК растворяли в 50 мкл воды milliQ. Полученный раствор нуклеиновых кислот хранили при -20°C .

Оценку эффективности выделения ДНК из листьев и стеблей растений проводили, используя электрофоретическое разделение полученного продукта в агарозном геле, спектрофотометрическое определение концентрации и чистоты образцов, а также ISSR-ПЦР-анализ.

Длину фрагментов выделенной ДНК оценивали с помощью горизонтального электрофореза экстракта с загрузочным красителем, наносимых в 0,8 % агарозный гель в трисборатном буфере при напряжении 70 V в течение 30 мин.

Измерение концентрации ДНК проводили по стандартной методике по объему 1,5 мкл полученного экстракта в 1–3 повторностях на спектрофотометре NanoDrop 1000 в диапазоне длин волн 220–350 нм.

Реакционная смесь для проведения ПЦР готовилась в объеме 25 мкл и включала следующие компоненты: 10× ПЦР-буфер «А», 50 мМ MgCl_2 , 10 мМ дНТФ, 20 пм праймера UBC 845, 20 нг ДНК, 2 ед. *Taq*-полимеразы (производства PrimeTech, Беларусь). Полимеразные цепные реакции проводились на термоциклере Biometra по следующей программе: 94°C — 5 мин; 40 циклов: 94°C — 1 мин, 50°C — 1 мин, 72°C — 1 мин; 72°C — 5 мин.

Длину фрагментов амплифицированной ДНК оценивали с помощью горизонтального электрофореза в 2%-ном агарозном геле в трисборатном буфере при напряжении 60 V в течение 180 мин. Для определения длины фрагментов ДНК использовали размерные маркеры 100 bpDNA Ladder (производства ThermoScientific, Литва). Визуализация результатов электрофореза проводилась в приборе гель-документирования Quantum ST4.

Результаты и их обсуждение

Выделение ДНК проводили протоколом ЦТАБ-PVP-меркаптоэтанол, который ранее был адаптирован для голубики высокой [7]. Анализ ДНК, полученной данным протоколом, показал, что соотношение поглощения при 260/280 нм в среднем равно 1.80. Это свидетельствует о том, что полученные образцы ДНК не содержат примесей. Средняя концентрация ДНК голубики высокой сорта *Bluegold* из листа составила 31,7 нг/мкл, из стебля — 55,1 нг/мкл; сорта *Toro* из листа — 55,2 нг/мкл, из стебля — 97,2 нг/мкл. Средние значения концентрации ДНК рододендрона из листа составили 39,1 нг/мкл, из стебля — 68,9 нг/мкл. Средняя концентрация ДНК малины обыкновенной сорта *Polana* из листа составила 138,4 нг/мкл, из стебля — 56,6 нг/мкл. Было установлено, что лучшие результаты получаются при выделении ДНК из стебля у сортов голубики высокой и рододендрона вечнозеленого, из молодого листа у малины обыкновенной. Количество ДНК варьировало в пределах 21.0–154.3 нг/мкл [9].

На рисунке 1 видно, что ДНК всех образцов светится в виде довольно компактной полосы, что свидетельствует о ее малой фрагментации.

Примененный нами протокол за счет увеличения количества меркаптоэтанола позволил получить из стебля и листа исследуемых растений ДНК высокого качества, с отсутствием деградации, без примесей полифенолов и полисахаридов.

Проведенный ISSR-ПЦП-анализ с ДНК-матрицей, выделенной протоколом ЦТАБ-PVP-меркаптоэтанол, позволяет говорить об отсутствии шмера и хорошей воспроизводимости результатов (рис. 2).

Всего было детектировано 17 ISSR-ПЦП-маркеров. Число амплифицированных фрагментов варьировало от 11 — у сортов голубики высокой, 9 — у сорта малины обыкновенной и до 6 у рододендрона вечнозеленого.

Основная зона разделения фрагментов расположена в диапазоне от 880 до 170 п. н. Сравнительный анализ показал, что маркеры размером 360 и 280 п. н. являются мономорфными для двух сортов голубики и рододендрона, что подтверждает принадлеж-

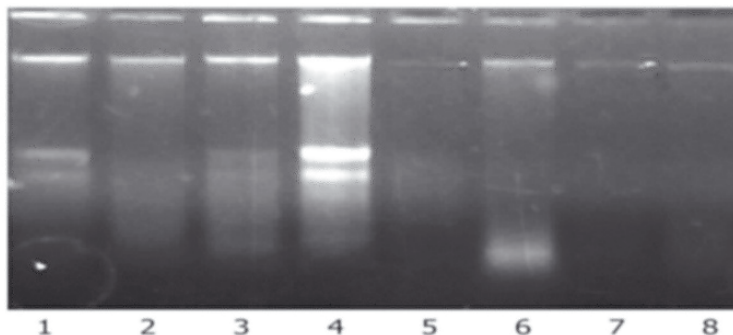


Рис. 1. Электрофореграмма образцов ДНК, выделенной протоколом ЦТАБ-RVP-меркаптоэтанол, без обработки РНКазой:
 1 — голубика высокая сорт *Bluegold* (лист); 2 — голубика высокая сорт *Bluegold* (стебель); 3 — голубика высокая сорт *Toro* (лист); 4 — голубика высокая сорт *Toro* (стебель); 5 — рододендрон вечнозеленый (лист); 6 — рододендрон вечнозеленый (стебель); 7 — малина обыкновенная сорт *Polana* (лист); 8 — малина обыкновенная сорт *Polana* (стебель)

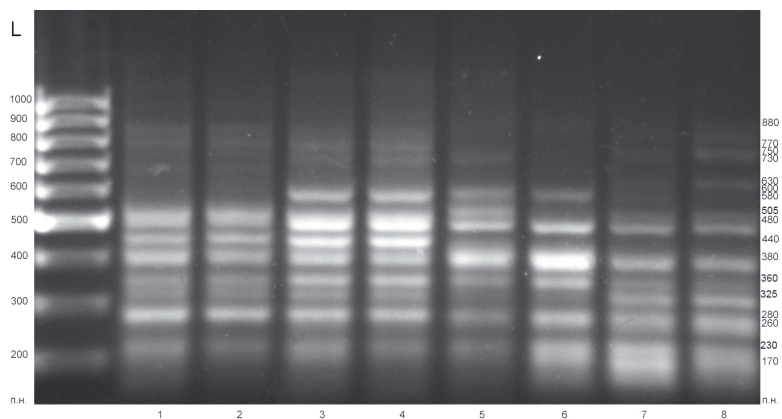


Рис. 2. Электрофореграмма продуктов ISSR-ПЦР растительных образцов с праймером UBC 845:
 1 — голубика высокая сорт *Bluegold* (лист); 2 — голубика высокая сорт *Bluegold* (стебель); 3 — голубика высокая сорт *Toro* (лист); 4 — голубика высокая сорт *Toro* (стебель); 5 — рододендрон вечнозеленый (лист); 6 — рододендрон вечнозеленый (стебель); 7 — малина обыкновенная сорт *Polana* (лист); 8 — малина обыкновенная сорт *Polana* (стебель); L — стандарт длин фрагментов (п. н.)

ность их к одному семейству *Ericaceae*. Учитывая, что малина обыкновенная относится к другому семейству и не имеет общего происхождения [1] с тремя другими объектами исследования, выявленный фрагмент размером 505 п. н., который был общим для нее и двух сортов голубики, а также аллели размером 380 и 220 п. н., мономорфные для всех образцов, скорее всего полиморфны на уровне нуклеотидных сиквенсов.

Выявленные в данном исследовании локусы 505 и 325 п. н. для двух сортов голубики, в предыдущей работе по ISSR-маркированию шести других сортов (*Bluecrop*, *Northland*, *Reka*, *Denisblue*, *Northblue* и *Bluejay*), были определены нами как мономорфные, то есть одинаковые для всех. Маркер размером 580 п. н., сорта *Toro* совпадает с сорт-специфическим фрагментом сорта *Denisblue*, а аллель 380 п. н., определившаяся у двух сортов голубики высокой, задействованных в данном исследовании, совпадает с уникальным фрагментом черники обыкновенной. Выявленный локус 280 п. н. сортов *Bluegold* и *Toro*, у шести исследуемых ранее сортов не обнаружен [10].

Выводы

Методика ЦТАБ-PVP-меркаптоэтанол позволяет получить чистый препарат ДНК без признаков деградации и примесей у растений, богатых полифенолами и полисахаридами, за счет увеличения концентрации меркаптоэтанола.

Экспериментально установлено, что лучшие результаты получаются при выделении ДНК из стебля у сортов голубики высокой и рододендрона вечнозеленого, из молодого листа у малины обыкновенной.

Средний коэффициент абсорбции при длине волны A260/A280 нм равнялся 1.80. При этом количество ДНК варьировало в пределах 21.0–154.3 нг/мкл.

Использование выделенной ДНК в качестве матрицы в ISSR-ПЦР-анализе позволило получить воспроизводимые электрофоретические профили с количеством фрагментов от 7 до 11, зона разделения которых расположена в диапазоне от 880 до 170 п. н.

Выявленные мономорфные фрагменты у растений, принадлежащих к разным семействам *Ericaceae* и *Rosaceae*, вероятнее всего отличаются на уровне нуклеотидной последовательности.

Результаты, полученные для сортов голубики высокой *Bluegold* и *Toro*, совпадают с полученными ранее данными по ISSR-анализу растений рода *Vaccinium* с праймером UBC 845.

Список литературы

1. Шостаковский, С. А. Систематика высших растений: учеб. для вузов / С. А. Шостаковский — М.: «Высшая Школа», 1972. — 352 с.
2. Божидай, Т. Н. Анализ генетической стабильности растений голубики сорта Duke, полученных в культуре *in vitro*. / Т. Н. Божидай, Н. Н. Волосевич, Н. В. Кухарчик // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук — 2015. — № 2. — С. 60–63.
3. Калаев, В. Н. Разработка метода получения препарата суммарной ДНК высокого качества из растений рода *Rhododendron* / В. Н. Калаев [и др.] // Фундаментальные исследования. — 2012. — № 5. — С. 148–152.
4. Катанская, В. М. Рододендроны: биология, фармакология, полифенолы. / В. М. Катанская, Н. В. Загоскина // Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы: материалы I Междун. научной конф. — Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2013. — С. 167–169.
5. Соболев, В. В. Использование метода полимеразной цепной реакции для генетического маркирования ремонтантной малины: автореф. дис. на соиск. учен. степ. к. б. н.: спец. 03.00.23 / В. В. Соболев — Москва, 2004. 18 с.
6. Великов, В. А. Молекулярная биология. Практическое руководство: учеб. пособие для студ. биол. фак. и фак. нано- и биомед. технол., — Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. — 84 с.
7. Водчиц, Н. В. Сравнительный анализ методов экстракции общей геномной ДНК голубики высокорослой / Н. В. Водчиц, Е. О. Юрченко, И. О. Зайцева, И. Г. Кирикович, А. А. Волотович // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. — 2014. — № 2. — С. 25–30.
8. Новикова, А. А. Оценка возможности применения ISSR-маркеров для систематизации и генетической паспортизации растений рода *Rho-*

- dodendron* // Научный журнал КубГАУ. — 2012. — № 82 (08). — С. 79–89.
9. Жатько, К. И. Возможность применения протокола ЦТАБ-RVP-мер-каптоэтанол для выделения ДНК из растений, богатых полифенолами и полисахаридами / К. И. Жатько [и др.] // Научный потенциал молодежи — будущему Беларуси: материалы XI Междунар. молодежной науч.-практ. конф., УО «Полесский государственный университет». — Пинск: ПолесГУ, 2017. — С. 291–293.
 10. Водчиц, Н. В. Применение ISSR-маркеров для генетической паспортизации и сертификации растений рода *Vaccinium* / Н. В. Водчиц // Весці НАНБ. Сер. біял. навук — 2016. — № 3. — С. 115–120.

Нетрадиционный способ выращивания американской клюквы крупноплодной

Горбунов А. Б.

Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия, e-mail: gab_2002_ru@ngs.ru

Резюме. Разработана новая эффективная технология выращивания клюквы крупноплодной на юге Западной Сибири, позволяющая получать урожаи на мировом уровне. Суть ее заключается в выборе «сухого» способа выращивания клюквы, в использовании слабощелочного субстрата и внекорневой подкормки растений, в выборе наиболее перспективных для юга Западной Сибири сортов, в разработке приемов борьбы с вредителями и использовании дозаривания плодов.

Ключевые слова: способ выращивания, клюква крупноплодная.

Summary. A new powerful technology of growing large cranberry in southern West Siberia which permits obtaining yields up to the world standards has been developed. The key point consists in choice of "dry" growing technique for cranberry, using weakly alkaline substrate and extraradical nutrition of plants, choice of the cultivars the most promising for southern West Siberia, development of pest-control methods and application of fruit afterripening.

Key words: growing technique, large cranberry.

Введение

Существуют два способа выращивания клюквы крупноплодной — «мокрый» и «сухой». Первый предусматривает строительство чехов с высокими дамбами, системы каналов для заполнения чехов водой в процессе посадки, ухода, защиты растений от вредителей, зимних повреждений и заморозков, сбора урожая, а также создание дополнительной системы полива путем дождевания. При «сухом» способе выращивания не требуется создания сложной и дорогостоящей чеховой системы, при этом ягоды не подвергаются воздействию воды во время уборки. Поэтому они меньше повреждаются механически и патогенами, дольше хра-

нятся и более ценны по питательным свойствам. В своей работе мы использовали «сухой» способ.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились на УНУ «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте» ЦСБС СО РАН (г. Новосибирск). На экспериментальном участке открытого грунта полевым методом проводились исследование агротехнических приемов возделывания клюквы крупноплодной, изучение и отбор сортов североамериканской селекции и оценка в лабораторных условиях качества ягод и возможности их дозаривания.

Результаты исследований и их обсуждение

В мире для закладки клюквенных плантаций чаще используются торфяные (верховой и переходный тип торфа) и торфяно-болотные почвы с сильно- и среднекислой реакцией среды ($\text{pH} = 3,0\text{--}5,0$), а также вулканические туфы со слабокислой реакцией среды ($\text{pH} = 5,2\text{--}5,8$). В ЦСБС СО РАН (г. Новосибирск) для выращивания брусничных, в том числе и клюквы крупноплодной, в течение уже более 50 лет применяется низинный торф со слабощелочной реакцией ($\text{pH} = 7,2$).

Интродукционные работы по клюкве крупноплодной в ЦСБС проводятся начиная с 1971 г. Участок под клюкву подготовлен следующим образом. Сначала сняли 40-сантиметровый слой легкосуглинистой слабокислой ($\text{pH} = 6,2$) и слабоподзоленной серой лесной почвы, ложе засыпали щебнем и песком слоем 10 см для хорошего дренажа, а сверху низинным торфом. Полив растений осуществлялся мелкодисперсным дождеванием (туман), а затем среднеструйным дождевальным аппаратом «Роса-3». Необходимо отметить, что грунтовые воды на экспериментальном участке находятся на глубине 50 м.

По многолетним данным [1], в Новосибирске сумма положительных температур составляет 2260°C , продолжительность вегетационного периода — 158 дней при вероятности 50%. В со-

ответствии с методикой определения потенциальных районов культуры клюквы крупноплодной [2], данные показатели для Новосибирска составят 2130 °С и 148 дней при вероятности 90 %. Исходя из этого, г. Новосибирск находится на пределе возможного выращивания раннеспелых сортов клюквы крупноплодной, для которых требуется сумма положительных температур 2100–2300 °С и длина вегетационного периода 150 дней.

Результаты исследований за последние 10 лет показали, что в лесостепи среднего Приобья (ЦСБС) можно успешно выращивать и ранние, и средние, и поздние сорта клюквы крупноплодной. Наиболее перспективными сортами являются из ранних *Ven Lear*, из средних *Bergman* и из поздних *Pilgrim*.

Вегетационный период, определяемый временем между переходом среднесуточной температуры весной и осенью через +5 °С, для г. Новосибирска находится в пределах 10.IV–8.V–2–17.X. Сезонное развитие перспективных сортов вполне укладывается в климатические параметры района выращивания, но, в зависимости от условий года, наступление фенофаз может сдвигаться в пределах трех недель. Средние даты массового цветения отмечены 22.VI–15.VII, а массового созревания — 02–22.IX.

Корневые подкормки минеральными удобрениями не давали существенных результатов в развитии и продуктивности растений. Но внекорневая подкормка жидким комплексным удобрением Bona Forte «Для всех комнатных» серии «Красота» оказалась важным приемом при выращивании клюквы крупноплодной. В его состав входят азот, фосфор, калий, магний, 7 микроэлементов в хелатной форме — железо, марганец, бор, цинк, медь, молибден и кобальт, витамины С, В₁, РР и янтарная кислота. Доза удобрения — 5 мл на 1,5 л воды, расход — флакон объемом 285 мл на 1500 м². Опрыскивание проводили один раз в неделю, начиная с раскрытия терминальных почек на побегах и заканчивая началом формирования ягод. Этот прием позволил увеличить прирост стелющихся побегов в 1,3–3,3 раза, прямостоячих (генеративных) — в 1,1–1,9 раза. Размер ягод по сравнению с контролем увеличился в 1,1–1,5 раза, масса 1 ягоды — в 1,3–1,5, урожайность — в 1,1–6,4 раза. Наиболее высокие показатели приуро-

ста побегов, размера и массы одной ягоды имели сорта *Ben Lear* и *Pilgrim* (табл. 1). Самая высокая урожайность отмечена у сорта *Ben Lear*. Для сравнения: в США урожайность клюквы крупноплодной в 2011–2015 гг. составляла в среднем 22,7–25,0 т/га, то есть в менее благоприятных для этого вида условиях ЦСБС урожайность сорта *Ben Lear* близка к американской (21,5 т/га в 2015 г.).

Использование жидкого комплексного удобрения *Bona Forte* «Для всех комнатных» серии «Красота» экономически выгодно, так как флакон объемом 285 мл стоит от 81 (оптовая цена) до 159 (розничная цена) руб. и им можно обработать 1500 м².

Для оценки качества выращенных в Сибири ягод мы сравнили их биохимические показатели (табл. 2) с таковыми в наиболее близком по климату районе выращивания клюквы крупноплодной — Белорусском Поозерье [3]. В Беларуси в восьми сортах разного срока созревания в ягодах накапливалось сухого вещества столько же или немного больше, чем в клюкве крупноплодной, выращенной на юге Западной Сибири; сахаров — в 2–3 раза меньше; кислот — примерно столько же или немного меньше; аскорбиновой кислоты — в 2–3 раза больше; антоцианов — столько же или немного больше; пектинов и протопектинов — в 1,5–2 раза больше; катехинов — в 1,5–3 раза больше. Снижение отдельных показателей сибирских ягод объясняется тем, что плоды были собраны не полностью вызревшими (21.09.2015 и 14.09.2016). При полном созревании их качество будет примерно таким же, как и в Белорусском Поозерье. Это подтверждается тем, что при хранении не полностью вызревших ягод в холодильнике при температуре +5...+7 °С в течение 4,5–6,5 месяцев происходит дозаривание плодов (табл. 2), они приобретают темно-фиолетовую окраску, и содержание антоцианов увеличивается в 2–5 раз. При дозаривании содержание аскорбиновой кислоты и пектинов уменьшалось, протопектинов увеличивалось, а катехинов оставалось без изменений. О полноценности сформировавшихся плодов свидетельствуют также почти стопроцентное прораствание семян и нормальный рост сеянцев.

Таблица 1. Прирост побегов, величина ягод и урожайность клюквы крупноплодной без применения (контроль) и с применением подкормки удобрением Vona Forte

Сорт	Год	Прирост побегов, см		Размер ягоды, мм		Масса одной ягоды, г	Урожайность, г/м ²
		стелющихся	прямостоячих	длина	диаметр		
<i>Ben Lear</i>	2012, контроль	39,0 ± 3,4	6,6 ± 0,3	14,5 ± 0,4	14,2 ± 0,5	1,5 ± 0,1	335,0
	2013	47,9 ± 7,1	5,8 ± 0,7	16,6 ± 0,4	16,7 ± 0,4	1,4 ± 0,1	875,5
	2014	60,3 ± 4,3	10,7 ± 0,7	13,5 ± 0,6	12,6 ± 0,6	1,1 ± 0,1	236,7
	2015	78,9 ± 3,6	9,9 ± 0,6	16,5 ± 0,3	15,3 ± 0,4	2,3 ± 0,2	2154,8
	2016	70,3 ± 3,6	7,7 ± 0,5	19,1 ± 0,3	16,5 ± 0,3	2,1 ± 0,1	1349,4
<i>Bergman</i>	2012, контроль	43,7 ± 4,3	5,8 ± 0,4	17,1 ± 0,7	14,2 ± 0,4	1,6 ± 0,1	841,0
	2013	37,8 ± 4,9	5,4 ± 0,5	16,9 ± 0,5	14,8 ± 0,3	1,1 ± 0,1	544,0
	2014	37,3 ± 3,0	5,3 ± 0,4	13,5 ± 0,6	12,0 ± 0,5	1,0 ± 0,1	194,0
	2015	58,6 ± 3,9	6,2 ± 0,3	17,3 ± 0,7	14,1 ± 0,5	1,8 ± 0,1	1714,7
	2016	67,2 ± 5,1	7,4 ± 0,6	18,0 ± 0,5	15,5 ± 0,5	2,0 ± 0,2	956,4
<i>Pilgrim</i>	2012, контроль	21,7 ± 2,4	4,4 ± 0,3	16,2 ± 0,4	14,9 ± 0,4	1,6 ± 0,1	207,0
	2013	-0	2,3 ± 0,2	16,1 ± 0,4	15,4 ± 0,4	1,2 ± 0,1	296,7
	2014	49,8 ± 3,8	7,2 ± 0,4	12,2 ± 0,7	11,4 ± 0,7	0,8 ± 0,1	49,2
	2015	75,0 ± 4,8	8,0 ± 0,4	16,7 ± 0,6	14,6 ± 0,4	2,2 ± 0,2	938,3
	2016	71,6 ± 5,3	8,5 ± 0,5	18,9 ± 0,4	17,4 ± 0,4	2,4 ± 0,1	720,0

Таблица 2. Химический состав ягод клюквы крупноплодной на юге Западной Сибири и в Белорусском Поозерье, % на сырую массу*

Показатели	Юг Западной Сибири												Белорусское Поозерье
	Ben Lear				Bergman				Pilgrim				
	21.09.2015	12.02.2016	14.09.2016	28.03.2017	21.09.2015	12.02.2016	14.09.2016	28.03.2017	21.09.2015	12.02.2016	14.09.2016	28.03.2017	
Сухое вещество, %	11,3	9,0	11,5	12,1	11,9	11,5	11,8	11,5	10,6	10,8	10,4	11,6	11,5–12,9
Сахара, %	3,1	1,5	3,8	1,6	3,9	2,5	4,1	1,4	4,7	3,1	3,9	1,9	1,3–1,5
Кислотность, %	2,2	1,8	3,5	2,7	1,6	2,1	3,2	3,2	2,2	2,9	3,0	2,6	2,3–2,8
Аскорбиновая кислота, мг %	27,8	19,9	22,6	16,5	38,4	21,9	28,7	14,3	29,7	15,5	16,0	15,5	46,8–59,1
Антоцианы, мг на 100 г	0,04	0,20	0,03	0,10	0,06	0,20	0,06	0,10	0,05	0,12	0,03	0,07	0,19–0,37
Пектины, мг на 100 г	0,17	0,19	0,24	0,15	0,20	0,20	0,19	0,16	0,20	0,14	0,25	0,14	0,31–0,40
Протопектины, мг на 100 г	0,27	0,40	0,23	0,57	0,31	0,52	0,20	0,60	0,30	0,37	0,25	0,40	0,57–0,63
Катехины, мг на 100 г	0,09	0,09	0,06	0,06	0,08	0,09	0,06	0,06	0,09	0,09	0,07	0,06	0,15–0,29

* Анализы выполнены в лаборатории фитохимии ЦСБС СО РАН.

За годы выращивания наибольший вред растениям наносила водяная полёвка, или водяная крыса, — *Arvicola terrestris* L. На глубине 10–15 см она делает в почве ходы, поднимая кусты, из-за чего корни сохнут и растения погибают. Нами найдено очень эффективное средство борьбы с водяной крысой. Отваренное зерно ячменя, протравленное бромодилоном или бромедом, засыпается в бумажные кульки, сверху кульки смачиваются нерафинированным подсолнечным маслом и закладываются в норки или ходы по мере появления крысы.

Кроме водяной полёвки вред растениям клюквы крупноплодной причиняют зайцы, поедая побеги, и взрослые особи золотозубки обыкновенной (*Chrysoperla carnea* Steph.), которые надгрызают молодые побеги и высасывают сок, после чего они засыхают. Эффективным средством борьбы с этими вредителями является осенняя обработка растений 1–3 %-ной бордосской жидкостью.

На молодых побегах, листьях и плодах клюквы крупноплодной паразитируют патогенные грибы из родов *Sclerotinia* Fuckel, *Exobasidium* (FCKL.) Woronin, *Podosphaera* Kunze, *Phyllosticta* Pers., *Septoria* Fries и *Pestalotia* De Not [4], но они не причиняют серьезного вреда.

Выводы

Разработана новая эффективная технология выращивания клюквы крупноплодной на юге Западной Сибири, позволяющая получать урожаи на мировом уровне.

Список литературы

1. Справочник по климату СССР, вып. 20, ч. II. — Л.: Гидромет. изд-во, 1965. — 396 с.
2. Кудинов М. А., Шарковский Е. К. Методика определения потенциальных районов культуры североамериканской клюквы крупноплодной в СССР // Дикорастущие ягодные растения СССР / Тез. докл. на Всесоюз. совещ. «Изучение, заготовка и охрана лесных дикораст. ягодников на территории европ. части СССР в связи с задачами освоения природ. рес. Нечерноземной зоны СССР, 1–3 октября 1980 г., г. Петрозаводск. — Петрозаводск, 1980. — С. 98–99.
3. Рупасова Ж. А., Яковлев А. П. Фиторекультивация выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси на основе возделывания ягодных растений семейства *Ericaceae*. — Минск: Беларус. Навука, 2011. — 282 с.
4. Воробьева И. Г., Чулкина В. А., Горбунов А. Б., Томошевич М. А. Экологические ниши патогенных микромицетов ягодных кустарничков подсемейства *Vaccinioideae* // Сиб. экол. журн. — 2011. — № 3. — С. 341–348.

Сравнение ISSR-профилей при использовании общего ПЦР-премикса (на примере генома *Vaccinium corymbosum* L.)

Гуринович Т. М., Водчиц Н. В., Юрченко Е. О.,
Волотович А. А.

*Полесский государственный университет, г. Пинск, Беларусь,
e-mail: tanyshakarpinskaya@yandex.ru*

Резюме. В настоящее время метод ISSR-ПЦР широко используется при обнаружении внутривидового полиморфизма. Воспроизводимость хороших результатов метода зависит от ряда факторов. Проанализировав результаты ISSR-ПЦР-реакций, реагенты которых вносились двумя способами: капельно и с помощью ПЦР-премикса, сделан вывод, что для научно-исследовательской работы предпочтительнее использовать метод раздельного внесения реагентов.

Summary. Currently, the ISSR-PCR method is widely used in the detection of intraspecies polymorphism. The reproducibility of good results depends on a number of factors. After analyzing the results of ISSR-PCR reactions, the reagents of which were introduced in two ways: by drop and by PCR premix, it was concluded that for the research work it is preferable to use the method of separate reagent injection.

Введение

Голубика высокая, как и другие представители подсемейства брусничных семейства вересковых, является ценной ягодной культурой [1]. Выращиванию этой культуры в Беларуси благоприятствуют оптимальные климатические и почвенные условия [2]. Исследования по изучению биохимического состава ягод голубики показали, что она является источником целого ряда биологически активных веществ [3]. Плоды голубики обладают рекордно высокой антиоксидантной активностью [4].

На сегодняшний день выращивание голубики высокой связано с актуальными вопросами сохранения и реализации ее сортов, фитопатологическим состоянием сортового материала, а в случае микроклонального размножения сортов — получением генетически однородных клонов [5]. Использование молекулярно-генетических технологий, в частности методов ДНК-маркирования, — это наиболее эффективный способ диагностики сортового материала в настоящее время [6].

Применение нейтральных молекулярных маркеров, таких как ISSR (Inter-Simple Sequence Repeats), расположенных между микросателлитными повторами, диспергированными по всему растительному геному, обеспечивает воспроизводимый результат при детекции большого числа локусов [7]. Высокое количество микросателлитных повторов в геноме растений повышает вероятность обнаружения полиморфных локусов, делая ISSR-маркеры универсальным инструментом для генетического анализа [8]. Воспроизводимость результатов при использовании ISSR-ПЦР зависит от концентрации компонентов реакционной смеси, способа ее приготовления, степени очистки исходной ДНК и ряда других факторов [9].

Целью исследования являлось сравнение продуктов ISSR-ПЦР при приготовлении реакционной смеси двумя способами: капельно и с помощью общего премикса.

Материалы и методы исследований

Исследования были проведены на базе научно-исследовательской лаборатории прикладной и фундаментальной биотехнологии биотехнологического факультета УО «Полесский государственный университет». В ходе исследования были использованы молодые стебли голубики высокой сортов *Reka* и *Bluecrop*, произведенных микроклонально на базе научно-исследовательской лаборатории клеточных технологий в растениеводстве Полесского университета.

Для выделения ДНК использовался протокол ЦТАБ-PVP-меркаптоэтанол для растений с высоким содержанием полифенолов и полисахаридов [10]. ДНК изолировали из 0.03 г ткани стеб-

лей растений без очистки РНКазой. Препарат ДНК растворяли в 50 мкл деионизированной воды. Растворы нуклеиновых кислот хранили при -20°C .

Реакционная смесь для проведения ПЦР готовилась в объеме 25 мкл и включала следующие компоненты: $10\times$ ПЦР-буфер «А», 50 мМ MgCl_2 , 10 мМ смесь дНТФ, по 20 пмоль праймера, 20 нг ДНК, 2 ед. *Taq*-ДНК полимеразы (все производства PrimeTech, Беларусь, за исключением смеси дНТФ производства CarlRoth, Германия). Полимеразные цепные реакции проводились на термоциклере Biometra. Для праймеров UBC 824 и UBC 845 устанавливали следующую программу: 94°C — 30 с; 40 циклов: 94°C — 1 мин, 50°C — 1 мин, 72°C — 1 мин; 72°C — 5 мин. Разрешение продуктов амплификации проводили путем горизонтального электрофореза в 1,8 %-м агарозном геле в TBE-буфере в течение 115 мин.

Результаты и их обсуждение

В обычной полимеразной цепной реакции используются следующие реагенты: *Taq*-ДНК полимеразы, хлорид магния, дезоксирибонуклеозидтрифосфаты, праймер(ы), ДНК-матрица, буферный раствор, каждый из которых непосредственно участвует в ПЦР. Стандартную реакционную ПЦР-смесь можно приготовить двумя способами: первый — с использованием общего ПЦР-премикса; все компоненты, кроме ДНК-матрицы, готовятся в виде общей смеси, разделяемой затем на равные части по числу реакционных пробирок, а ДНК вносится отдельно на дно пустых пробирок. Второй вариант — это поэтапное покапельное внесение отдельных реагентов в каждую пробирку. Оба метода были применены для постановки ISSR-ПЦР-реакции с двумя праймерами UBC 824, UBC 845 и ДНК-матрицей сортов *Reka* и *Bluecrop*.

При использовании общего премикса в 5-кратной повторности были отмечены некоторые различия в ISSR-профилях (рис. 1). В первом случае при постановке реакции с ДНК-матрицей сорта *Reka* и праймером UBC 824 общее число наблюдаемых ISSR-маркеров составляло 6. У вариантов *B*, *Г*, *Д* отсутствовал минор-

ный фрагмент № 2. Вместе с тем основной фрагмент № 5 характеризовался изменчивой копийностью, и, как следствие, его зона имела различную яркость (рис. 1).

Во втором случае при постановке реакции с ДНК-матрицей сорта *Bluecrop* и праймером UBC 845 общее число наблюдаемых ISSR-маркеров у всех образцов составляло 4. У вариантов *B*, *D* появились дополнительные маркеры. Профиль *Г* засвечен и его можно считать неинформативным, возможно, в данную пробирку, при перемешивании ПЦР-микса, попало большее количество *Taq*-ДНК полимеразы (рис. 2).

Рабочей гипотезой данного исследования была ожидаемая идентичность ISSR-профилей, поскольку брался один и тот же образец ДНК и условия термоциклинга для всех вариантов были одинаковы. Наблюдаемое несоответствие в продуктах ISSR-ПЦР может быть связано как с небольшими различиями в объеме премикса между вариантами (погрешность дозирования), так и, предположительно, с некоторыми локальными различиями в концентрации компонентов.

Следует отметить, что метод постановки реакции через ПЦР-премикс быстрее и удобнее: он сберегает время за счет уменьшения числа переноса реагентов, минимизирует возможность ошибок при пипетировании, а также требует меньшего количества наконечников для дозаторов. Данный метод позволяет работать с большим количеством повторностей, но при вовлечении в эксперимент более десяти проб реагенты в общем премиксе размешиваются неравномерно, за счет чего некоторые профили засвечиваются. Принимая во внимание разницу между профилями, для научно-исследовательской работы рекомендуется ставить ПЦР с использованием общего премикса в трех повторностях для каждого сочетания образец ДНК-праймер с целью повышения достоверности результата. Это позволит оценить наличие малокопийных ISSR-фрагментов.

Второй использованный нами способ приготовления ПЦР-смеси предусматривал отдельное внесение компонентов в каждую пробирку. Для сочетания сорт-праймер в пяти повторностях наблюдалась высокая схожесть ISSR-профилей (рис. 3, 4).

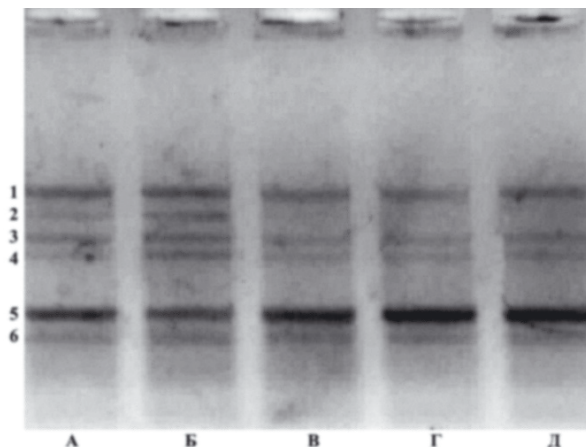


Рис. 1. Электрофоретические профили продуктов ISSR-ПЦР с праймером UBC 824 для сорта *Reka*, метод общего ПЦР-премикса

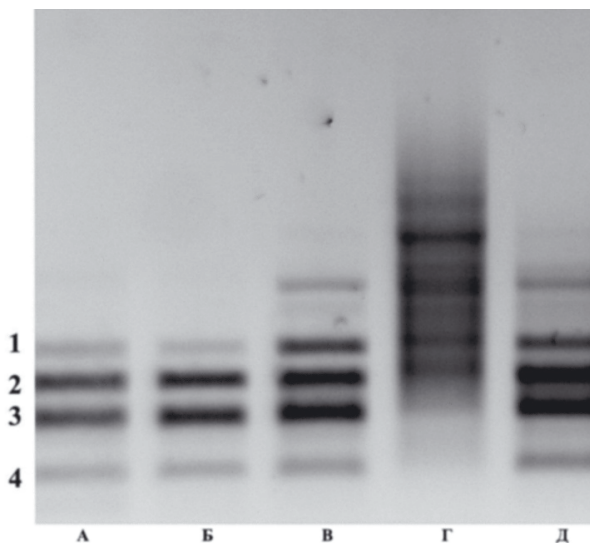


Рис. 2. Электрофоретические профили продуктов ISSR-ПЦР с праймером UBC 845 для сорта *Bluecrop*, метод общего ПЦР-премикса

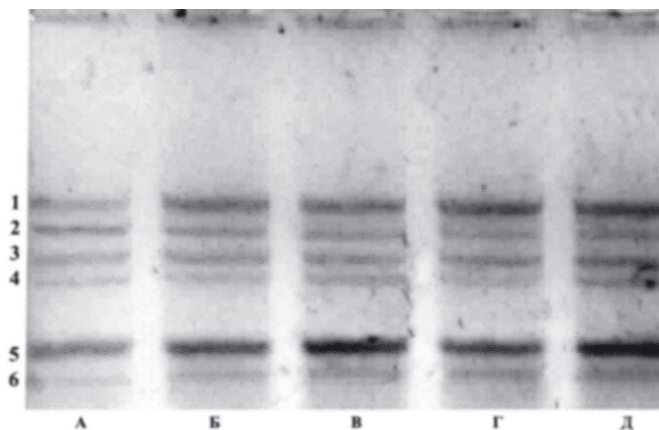


Рис. 3. Электрофоретические профили продуктов ISSR-ПЦП с праймером UBC 824 для сорта *Reka*, метод раздельного внесения реагентов

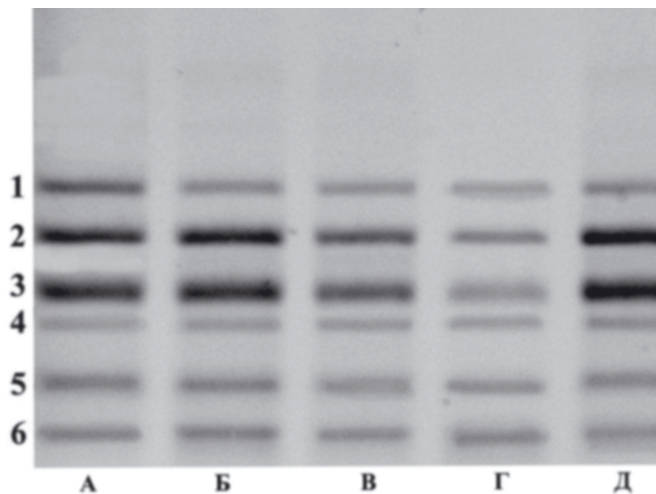


Рис. 4. Электрофоретические профили продуктов ISSR-ПЦП с праймером UBC 845 для сорта *Bluecrop*, метод раздельного внесения реагентов

В первом случае при постановке реакции с ДНК-матрицей сорта *Reka* и праймером UBC 824 все основные фрагменты, вовлеченные в анализ, были постоянны, включая минорный маркер № 2. Основные маркеры № 1 и 5 характеризовались разной копийностью между вариантами, но это мы не считаем помехой для процесса типирования сорта (см. рис. 3).

Во втором случае при постановке реакции с ДНК-матрицей сорта *Bluecrop* и праймером UBC 845 также наблюдалось проявление всех ISSR-маркеров (см. рис. 4).

Таким образом, метод покапельного внесения реагентов в реакционную смесь дает более высокую воспроизводимость продуктов ISSR-ПЦР. Данный способ приготовления ПЦР-смеси может быть выбран в качестве основного для научно-исследовательской работы. Недостатком является то, что из-за большого количества пипетирований при работе с реагентами требуется аккуратность, так как возможна перекрестная контаминация между образцами ДНК.

Выводы

При постановке опыта с одинаковой ДНК-матрицей и разнесением по пробиркам общего ПЦР-премикса (без ДНК) наблюдается достаточно высокая воспроизводимость ISSR-профилей. Использование этого приема позволяет работать с относительно большим количеством повторностей, сберегает время, а также снижает риск загрязнения сток- и конечного раствора. Однако приготовление премикса более чем для десяти проб из-за неравномерного перемешивания реагентов снижает качество некоторых профилей. Для научно-исследовательской работы предпочтительнее использовать метод раздельного внесения реагентов в каждую пробирку, который позволяет получить более высокую воспроизводимость ISSR-профилей.

Список литературы

1. Mainland, C. M. Blueberry health information — some new mostly review / C. M. Mainland, J. W. Tucker [VII International Symposium on *Vaccinium Culture*] // *ISHS Acta Horticulturae*. — 2002. — Is. 574. — P. 39–43.
2. Zu, X. Y. Anthocyanins extracted from Chinese blueberry (*Vaccinium uliginosum* L.) and its anticancer effects on DLD-1 and COLO205 cells / X. Y. Zu [et al.] // *Chinese Medical Journal*. — 2010. — Vol. 123. — No. 19. — P. 2714–2719.
3. Рупасова, Ж. А. Сравнительная оценка биохимического состава плодов перспективных сортов голубики высокорослой в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова, В. Н. Решетников, Н. Б. Павловский, А. П. Яковлев, А. М. Бубнова // *Голубиководство в Беларуси: итоги и перспективы: Мат-лы Респ. науч.-практ. конф. Минск, 17 августа 2012 г. / Центр. бот. сад НАН Беларуси; редкол.: В. В. Титок (отв. ред.) [и др.]*. — Минск, 2012. — С. 62–66.
4. Matchett, M. D. Blueberry flavonoids inhibit matrix metalloproteinase activity in DU145 human prostate cancer cells / M. D. Matchett [et al.] // *Biochemistry and Cell Biology*. — 2005. — Vol. 83. — No. 5. — P. 637–643.
5. Гончарова, Л. В. Молекулярно-генетические аспекты анализа сортов голубики высокой / Л. В. Гончарова, Е. В. Спиридович // *Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры голубики высокой: материалы Междунар. науч. конф., посвященной 80-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси*. — Минск, 2012. — С. 283–287.
6. Падутов, В. Е. Методы молекулярно-генетического анализа / В. Е. Падутов, О. Ю. Баранов, Е. В. Воропаев. — Минск: Юнипол, 2007. — С. 176.
7. Грушецкая, З. Е. Использование ISSR-анализа для изучения внутри- и межвидового генетического полиморфизма различных таксонов высших растений / З. Е. Грушецкая [и др.] // *Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 2, Химия. Биология. География*. — 2013. — № 3. — С. 50–56.
8. Глазко, В. И. Генетические взаимоотношения между сортами сои, оцененные с использованием ISSR-маркеров / В. И. Глазко, А. В. Дубин, Р. Н. Календарь и др. // *Цитология и генетика*. — 1999. — № 5. — С. 47.
9. Харченко, П. Н. ДНК-технологии в развитии агробиологии / П. Н. Харченко, В. И. Глазко. — Москва: Воскресенье, 2006. — 480 с.
10. Водчиц, Н. В. Сравнительный анализ методов экстракции общей геномной ДНК голубики высокорослой / Н. В. Водчиц, И. О. Зайцева, И. Г. Кирикович, Е. О. Юрченко, А. А. Волотович // *Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук*. — 2014. — № 5. — С. 26–29.

Сохраняемость плодов разных сортов голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.), интродуцированных в Беларуси

Дрозд О. В.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь,
e-mail: drozd_olgaw@rambler.ru

Резюме. Представлены данные о сохраняемости плодов 15 сортов голубики высокорослой и одного сорта голубики низкорослой в условиях обычной газовой среды при температуре +4 °С. Сохраняемость плодов голубики является сортоспецифичным признаком и зависит от скороспелости культивара: плоды позднеспелых сортов обладают более продолжительной лежкостью. При снижении температуры хранения до +2 °С сохраняемость ягод увеличивается на 3–25 %. Показана зависимость продолжительности сохраняемости голубики от метеорологических условий сезона. В наибольшей степени лежкость плодов данной культуры зависит от распределения атмосферных осадков в период роста и созревания урожая. Гидротермические условия сезона оказывают большее влияние на сохраняемость плодов позднеспелых сортов голубики.

Summary. The data on the retention of fruits of 15 varieties of blueberries of high-ripe and 1 type of blueberry in the conditions of usual gaseous medium at a temperature of +4 °C are presented. The preservation of blueberry fruits is a variety-specific feature and depends on the precocity of the cultivar: the fruits of late-ripening varieties have a longer lasting effect. With a decrease in storage temperature to +2 °C, the keeping quality of berries increases by 3–25 %. The dependence of the survival time of blueberry on the meteorological conditions of the season is shown. To the greatest extent, the fodder of the fruits of this culture depends on the distribution of atmospheric precipitation during the period of growth and maturation of the crop. The hydrothermal conditions of the season have a greater effect on the preservation of fruits of late-ripening blueberry varieties.

Введение

Плоды голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) являются источником ценных пищевых и биологически активных веществ (витаминов А, С, Е, антоцианов, флавоноидов, микро-

элементов и др.) [1; 2]. Употребляют голубику чаще всего в свежем виде в местах выращивания культуры. Плоды голубики не отличаются продолжительной лежкостью, что обусловлено высоким уровнем обмена веществ, слабой защищенностью покровными тканями, повышенным уровнем потери влаги [3]. Кратковременность периода хранения ограничивает возможности реализации и поставок на внутренний и внешний рынки ягодной продукции данного вида. В связи с этим в последние годы заметно активизировались работы по исследованию динамики потребительских свойств плодов голубики в процессе хранения в холодильных установках при низких положительных температурах с учетом влияния разных факторов: температурного режима, метеорологических условий, упаковочной тары, использования модифицированной газовой среды [3–8].

Исследования в этой области необходимы для выявления сортов, плоды которых способны к длительному хранению без понижения товарных качеств и полезных свойств.

Цель исследования — определение потенциальной сохраняемости плодов голубики разных сортов в условиях обычной газовой среды при низких положительных температурах.

Условия, объекты и методы проведения исследований

Исследования проводили в лаборатории интродукции и технологии ягодных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси, расположенной в Ганцевичском районе Брестской области (N 52°74', E 26°38'), в 2011, 2014–2016 гг. Объектом исследований являлись плоды 15 сортов голубики высокорослой: *Bluecrop*, *Bluejay*, *Bonifacy*, *Bonus*, *Brigitta Blue*, *Collins*, *Chandler*, *Chanticleer*, *Denise Blue*, *Goldtraube*, *Nui*, *Puru*, *Spartan*, *Sunrise*, *Toro* и одного сорта голубики низкорослой — *Putte*. В качестве стандарта принят районированный сорт голубики высокорослой *Bluecrop* как наиболее распространенный в районах промышленного возделывания данной культуры. Насаждения голубики созданы двулетними корнесобственными саженцами в 2008 г. Почва минераль-

ная, подстилаемая рыхлым разнозернистым песком с $pH_{(H_2O)}$ 4,6. Схема посадки растений — 2,0×1,5 м. Приствольная полоса в насаждениях голубики замульчирована опилками хвойных пород слоем 10 см, шириной 1 м, в междурядьях — естественное задержание.

Гидротермические условия вегетационного периода существенно отличались от средних многолетних данных и в целом были благоприятными для роста и развития голубики. Характеристика погодных условий вегетационных периодов в годы исследований приведена по данным метеорологической станции г. Ганцевичей.

Ягоды голубики, предназначенные для хранения, снимали вручную в сухую погоду в стадии потребительской спелости и сразу же закладывали на хранение в холодильную камеру. Сортовую специфику сохраняемости плодов изучали при температуре +4 °С у 16 вышеперечисленных сортов. Оценку влияния температуры на лежкость ягод голубики определяли у семи сортов данной культуры (*Bluecrop*, *Bluejay*, *Collins*, *Denise Blue*, *Nui*, *Puru*, *Toro*) при температурных режимах +2 и +5 °С. Исследования проводились в обычной газовой атмосфере с относительной влажностью воздуха 70–90 %. Из собранных со всех частей кроны внешне здоровых плодов составляли средний образец для каждого варианта опыта [9]. Плоды расфасовывали в одноразовые пищевые пластиковые контейнеры для ягод и фруктов Т 602 с крышками Т 601 объемом 400 мл в двукратной повторности. Перед закладкой плодов голубики на хранение подсчитывали число ягод в каждой упаковке и определяли их массу. Учет состояния ягод проводился с интервалом в семь дней по следующим показателям (%): естественная убыль массы плодов, выход здоровых и нестандартных плодов. Естественную убыль массы определяли методом взвешивания; выход здоровых и нестандартных плодов — путем взвешивания и разбора на фракции с последующей выбраковкой нестандартных ягод (с физиологическими расстройствами и пораженных болезнями). На основании вышеперечисленных параметров определяли сохраняемость плодов (в сутках). За критерий сохраняемости принимали максимальный срок хранения

плодов, в течение которого они сохраняли потребительские качества, а общие потери (естественная убыль + нестандарт) не превышали 10 % [10].

Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel на 95 %-м уровне значимости.

Результаты и их обсуждение

Сохраняемость плодов голубики в условиях обычной газовой среды при температуре +4 °С в зависимости от сорта варьируется в достаточно широких пределах и в среднем составляет от 21 до 51 сут при выходе товарной ягоды 90 % (табл. 1). Максимальная продолжительность хранения плодов голубики высокорослой отмечена для позднеспелого сорта *Brigitta Blue* (51 сут). Несколько меньше сохраняемость плодов у сортов *Bluecrop* и *Sunrise* (44 сут), *Goldtraube* (38 сут), *Chandler* (37 сут) и *Bluejay* (36 сут). Непродолжительный срок хранения ягод отмечен для большинства раннеспелых сортов голубики, таких как *Chanticleer* и *Putte* (21 сут), *Puru* и *Spartan* (30 сут), *Collins* (33 сут). По сведениям Н. Б. Павловского [4], это обусловлено тем, что процессы роста, созревания и, соответственно, старения в плодах раннеспелых сортов идут более интенсивно, чем в ягодах позднеспелых таксонов, вследствие чего плоды раннеспелых культиваров теряют товарные качества при хранении раньше.

Процесс дыхания плодов является основной формой их взаимодействия с окружающей средой. Биологическая роль дыхания состоит в обеспечении живых тканей ягод энергией, необходимой для их жизнедеятельности. С момента уборки плодов голубики начинается некомпенсированное расходование ягодами органических и минеральных веществ в процессе дыхания [11]. Данный физиологический процесс наряду с испарением влаги неизбежно сопровождается убылью массы плодов, которая составляет так называемую естественную убыль. Анализ полученных данных показывает, что сохраняемость плодов голубики определялась главным образом естественной убылью массы, доля кото-

рой от общих потерь в среднем составляла от 60 до 90%. Одним из признаков лежкости разных сортов голубики является способность ее плодов при хранении длительное время удерживать примерно постоянное количество воды. Усиленное испарение воды ягодами во время хранения неблагоприятно влияет на нормальное течение процессов обмена веществ и в первую очередь отрицательно сказывается на тургоре тканей ягод. Как правило, сильно увядают и деформируются в период хранения небольшие по размеру плоды с тонкой кожицей и слабым восковым налетом, характерные для сортов *Putte* (0,6 г), *Goldtraube* (1,2 г) и *Puru* (1,5 г) [12].

При продолжительном хранении ягод голубики нарушается согласованность отдельных звеньев процесса дыхания и окисление приостанавливается на каком-то промежуточном этапе. В результате этого начинается анаэробное дыхание с накоплением недоокисленных продуктов (этиловый спирт, уксусный альдегид, уксусная кислота, молочная кислота и т. д.), что приводит к физиологическим расстройствам [13]. Общая черта всех физиологических расстройств — это то, что они происходят из-за внутреннего нарушения баланса обмена веществ. В зависимости от сорта доля потерь от физиологических расстройств составила от 10 до 40%. В большей степени им подвержены плоды сортов *Bonifacy*, *Bonus*, *Chandler*.

Одним из основных физиологических расстройств, характерных для плодов голубики, является размягчение ягод, которое связано с гидролитическими процессами распада протопектина. Чем медленнее идет процесс размягчения плодов, тем дольше они сохраняются. Установлено, что низкие температуры хранения замедляют изменения в комплексе пектиновых веществ [11]. Как видно из таблицы 2, при температурном режиме +2°C убыль массы плодов от физиологических расстройств уменьшилась, что, в свою очередь, привело к увеличению лежкости ягод голубики высокорослой на 3–25%.

Показатель средней сохраняемости плодов голубики высокорослой по годам варьируется в достаточно широких пределах: наибольшее его значение отмечено в 2015 г. (40 сут), а наимень-

шее — в 2016 г. (31 сут) (табл. 3). Анализ зависимости сохраняемости плодов от погодно-климатических условий вегетационного сезона показал, что перепады в количестве осадков в период роста и созревания плодов голубики весьма негативно сказываются на их сохранности после уборки. И наоборот, теплая и сухая погода, а также равномерное выпадение осадков в пределах близких к средней многолетней норме обеспечивают значительное продление сроков хранения ягод данной культуры. Так, в 2016 г. низкая средняя сохраняемость плодов голубики была обусловлена тем, что после дефицита осадков во время роста ягод в июне (33 %) в июле во время созревания плодов выпало в 1,5 раза больше месячной нормы осадков (151 %). Невысокая средняя сохраняемость ягод отмечена и в 2014 г., причиной чему послужила неравномерность выпадения осадков в период созревания плодов: засушливая погода в июле (52 % месячной нормы осадков) сменилась дождливой погодой в августе (131 %). И наоборот, в 2015 г., когда во время роста и созревания плодов голубики (июнь и июль-август) атмосферные осадки выпадали относительно равномерно, несмотря на некоторый их дефицит (–35 мм и –39 мм, –34 мм), отмечена наибольшая продолжительность сохраняемости ягод.

Зависимость сохраняемости плодов голубики от количества выпавших атмосферных осадков во время их роста и созревания была отмечена в работах Н. Б. Павловского [4–5; 8]. Также согласно данным, приведенным Ж. А. Рупасовой и др. [14], резкая смена дефицита влаги обилием осадков в период созревания плодов голубики способствует более выраженному снижению интегрального уровня их питательной и витаминной ценности в процессе хранения и, соответственно, лежкости.

Показатель лежкости ягод в годы исследований в больших пределах варьировался у позднеспелых сортов и в зависимости от сезона составлял от 32 до 65 сут у сорта *Brigitta Blue*, от 26 до 54 сут — у сорта *Goldtraube* и от 20 до 40 сут — у сорта *Bonus*. В небольших пределах сохраняемость плодов варьировалась у среднеспелого сорта *Bluecrop* (до 3 сут), а также у раннеспелых сортов *Collins*, *Putte* (до 4 сут), *Chanticleer* (до 6 сут), *Bluejay* (до 7 сут)

Таблица 1. Динамика сохраняемости плодов голубики разных сортов в условиях обычной атмосферы при температуре хранения +4 °С в 2014–2016 гг.

Сорт	Сохраняемость, сут				Естественная убыль массы, %				Физиологические расстройства, %			
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	средняя	2014 г.	2015 г.	2016 г.	средняя	2014 г.	2015 г.	2016 г.	средняя
Bluecrop (st)	45	44	42	44 ± 1	8	9	9	9 ± 1	2	1	1	1 ± 0
Bluejay	32	37	39	36 ± 2	6	9	9	8 ± 1	4	1	1	2 ± 1
Bonifacy	20	28	31	26 ± 3*	4	7	7	6 ± 1*	6	3	3	4 ± 1*
Bonus	40	37	20	32 ± 6	7	6	6	6 ± 0*	3	4	4	4 ± 0*
Brigitta Blue	57	65	32	51 ± 10	8	9	6	8 ± 1	2	1	4	3 ± 1*
Collins	31	35	34	33 ± 1	6	8	10	8 ± 1	5	2	1	2 ± 1
Chandler	45	58	41	48 ± 5	7	6	7	7 ± 0*	3	4	3	4 ± 0*
Chanticleer	18	24	22	21 ± 2*	8	6	6	7 ± 1*	2	4	4	3 ± 1*
Denise Blue	21	36	32	30 ± 5	8	9	7	8 ± 1	2	1	3	2 ± 1
Goldtraube	34	54	26	38 ± 8	6	9	8	8 ± 1	4	1	2	2 ± 1
Nui	26	44	25	32 ± 6	7	10	6	8 ± 1	3	0	4	3 ± 1*
Puru	32	34	24	30 ± 3*	8	10	9	9 ± 1	2	0	1	1 ± 1
Putte	19	22	23	21 ± 1*	6	7	9	7 ± 0*	4	3	1	3 ± 1*
Spartan	30	25	35	30 ± 3*	8	7	7	7 ± 0*	3	3	3	3 ± 0*
Sunrise	40	59	34	44 ± 8	8	8	7	8 ± 1	2	2	3	2 ± 1
Toro	37	30	30	32 ± 2	8	10	10	9 ± 1	2	0	0	1 ± 1
НСР_{0,05}	14,3											2,2

* Статистически значимые различия.

Таблица 2. Сохраняемость плодов голубики разных сортов в условиях обычной атмосферы при температуре хранения +5 °С, +2 °С в 2011 г.

Сорт	Сохраняемость, сут		Естественная убыль массы, %		Физиологические расстройств, %	
	+5 °С	+2 °С	+5 °С	+2 °С	+5 °С	+2 °С
Bluecrop (st)	28	35	7	8	3	2
Bluejay	33	34	9	10	1	0
Collins	30	31	4	7	6	3
Denise Blue	24	26	4	7	6	3
Nui	17	18	3	10	7	0
Puru	32	35	9	9	1	1
Toro	30	32	9	10	1	0

и среднеспелого сорта *Toro* (до 7 сут). Приведенные данные позволяют сделать вывод о том, что на сохраняемость плодов позднеспелых сортов голубики высокорослой обилие и равномерность выпавших осадков оказывают большее влияние, чем на ягоды среднеспелых и тем более раннеспелых сортов данной культуры. Это обусловлено тем, что период от конца цветения до начала созревания плодов у позднеспелых сортов (45–50 сут) значительно дольше, чем у раннеспелых (32–44 сут), в связи с чем погодно-климатические факторы, оказывающие влияние на сохраняемость плодов, у позднеспелых сортов голубики подвержены колебаниям в более широких пределах.

Анализ зависимости лежкости плодов голубики от температурного фактора не позволил выявить какой-либо статистически достоверной тенденции. Можно отметить лишь косвенное влияние температуры воздуха на продолжительность сохраняемости ягод голубики. Так, при теплой погоде плоды созревают в более сжатые сроки, вследствие чего обилие и равномерность выпавших осадков, оказывающих влияние на лежкость ягод, варьируются в меньших пределах.

Таблица 3. Средняя сохраняемость плодов голубики высокорослой и погодно-климатические показатели пункта интродукции в 2014–2016 гг.

Показатель	Год			Средняя многолетняя
	2014	2015	2016	
Средняя сохраняемость плодов голубики, сут	33 ± 8	40 ± 10	31 ± 5	34 ± 8
Количество осадков (июнь/июль/август), мм	86	47	27	82
	45	47	130	86
	73,6	22	41	56
Среднесуточная температура воздуха (июнь/июль/ август), °С	16,7	17,0	18,4	16,3
	20,5	19,1	18,7	17,8
	19,2	19,8	18,2	16,5

Заключение

Сохраняемость плодов голубики в условиях обычной газовой среды при температуре +4 °С в зависимости от сорта составляет 21–51 сут. Период хранения плодов голубики определяется главным образом естественной убылью массы (60–90%) и в меньшей степени количеством отходов от функциональных расстройств. Лежкость плодов голубики является сортоспецифичным признаком и зависит от скороспелости культивара: плоды позднеспелых сортов обладают более продолжительной сохраняемостью. При снижении температуры хранения до +2 °С лежкость ягод увеличивается на 3–25%.

Погодно-климатические условия в период роста и созревания плодов голубики оказывают значительное влияние на их сохраняемость. В наибольшей степени лежкость плодов данной культуры зависит от распределения атмосферных осадков: резкая смена дефицита влаги во время роста плодов голубики обилием осадков в период их созревания способствует уменьшению сохраняемости ягод. Гидротермические условия сезона в большей степени оказывают влияние на сохраняемость плодов позднеспелых сортов голубики.

Список литературы

1. Голубика высокорослая: оценка адаптационного потенциала при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.]; под ред. В. И. Парфенова. — Минск: Беларус. навука, 2007. — 442 с.
2. Формирование биохимического состава плодов ягодных растений сем. *Ericaceae* при интродукции в условиях Беларуси/ Ж. А. Рупасова [и др.]; под ред. В. И. Парфенова. — Минск: Беларус. навука, 2011. — 319 с.
3. Гудковский, В. А. Возможности продления сроков хранения плодов голубики / В. А. Гудковский [и др.] // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ. Т. 40. ч. 2 / Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства»; ред. И. М. Куликов [и др.]. — Москва, 2014. — 275 с.
4. Павловский, Н. Б. Сохраняемость плодов разных сортов и видов голубики, интродуцированных в Беларуси / Н. Б. Павловский // Вес. Нац. акад. навук Беларусі Сер. біял. навук. — 2011. — № 4. — С. 15–19.
5. Павловский, Н. Б. Сохраняемость плодов голубики высокорослой в зависимости от сортовой специфики и метеорологических условий сезона / Н. Б. Павловский, А. Г. Павловская // Перспективы развития технологий хранения и переработки плодов и ягод в современных экономических условиях: материалы междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию со дня рожд. д-ра с.-х. наук Р. Э. Лойко, аг. Самохваловичи, 9–11 окт. 2012 г. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. — Самохваловичи, 2012. — С. 25–31.
6. Павловский, Н. Б. Влияние способа упаковки и температурного режима хранения плодов голубики высокорослой на их сохраняемость / Н. Б. Павловский // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. — Самохваловичи, 2012. — № 24. — С. 301–306.
7. Павловский, Н. Б. Оценка сохраняемости плодов голубики высокорослой разных сортов, интродуцированных в Беларуси // Голубиководство в Беларуси: итоги и перспективы: материалы Республиканской науч.-практ. конф., Минск, 17 августа 2012 г. / ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»; редкол.: В. В. Титок [и др.]. — Минск, 2012. — С. 40–45.
8. Pavlovski, N. Estimation of Berry Storage Life of blueberries Grown in Belarus / N. Pavlovski // International Journal of Fruit Science. — 2014. — vol. 1. — № 14. — P. 58–68.

9. Дженеев, С. Ю. Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда / С. Ю. Дженеев, В. А. Иванченко. — Ялта: Ин-т виноградарства и вина «Магарач», 1998. — 152 с.
10. Лойко, Р. Э. Хранение и переработка плодов и овощей в колхозах и совхозах / Р. Э. Лойко, П. И. Дячек, Ф. И. Субоч. — Минск: Ураджай, 1987. — 152 с.
11. Физиология сельскохозяйственных растений: в 12 т. / редкол. Б. А. Рубин [и др.]. — Москва: Московский ун-т, 1967–1971. — Т. 9: Физиология винограда и чая / отв. ред. Б. А. Рубин. — 1970. — 620 с.
12. Дрозд, О. В. Морфологические особенности плодов голубики высокорослой разных сортов, интродуцированных в Белорусском Полесье / О. В. Дрозд // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плододства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. — Самохваловичи, 2016. — Т. 28. — С. 237–249.
13. Крамер, П. Физиология древесных растений / П. Крамер, Т. Козловский; пер. с англ. Т. Айрала; под ред. В. П. Дадыкина, Р. К. Саляева. — Москва: Гослесбумиздат, 1963. — 627 с.
14. Рупасова, Ж. А. Трансформация биохимического состава плодов *Vaccinium corymbosum* L. в процессе хранения при низких положительных температурах в зависимости от генотипа и гидротермического режима сезона / Ж. А. Рупасова [и др.] // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плододства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. — Самохваловичи, 2015. — Т. 27. — С. 308–326.

Эффективность применения микроудобрений «Наноплант-Со, Мн, Сu, Fe, Zn, Cr, Мо, Se» и «Наноплант-Аg» на голубике высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.)

Дрозд О. В.¹, Павловский Н. Б.¹, Ленковец Т. И.¹,
Азизбеян С. Г.²

¹ Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь,
e-mail: pavlovskiy@tut.by

² Институт физико-органической химии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь,
e-mail: s.az@mail.ru

Резюме. Представлены результаты испытаний эффективности применения микроудобрений «Наноплант-Со, Мн, Сu, Fe, Zn, Cr, Мо, Se» и «Наноплант-Аg» в насаждениях голубики высокорослой. Внесение микроудобрения «Наноплант-Со, Мн, Сu, Fe, Zn, Cr, Мо, Se» в дозе 0,1 л/га, микроудобрения «Наноплант-Аg» в дозе 0,9 л/га в 3- и 6-кратной повторности способствует увеличению морфометрических параметров растений голубики, урожайности и массы плодов.

Summary. The results of tests of the effectiveness of the application of micro-fertilizers «Nanoplant-Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» and «Nanoplant-Ag» in plantations of blueberry of a tall layer are presented. The introduction of micro-fertilizer «Nanoplant-Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» at a dose of 0.1 l/ha, micro-fertilizers «Nanoplant-Ag» at a dose of 0.9 l/ha in 3- and 6- Morphometric parameters of blueberry plants, yield and weight of fruits.

Введение

Ягоды голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) являются ценным пищевым сырьем, потенциальным источником ряда биологически активных веществ [1; 2]. Результаты успешной интродукции в Белорусском Полесье голубики высокорослой, начатой в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси в 1980 г.,

послужили предпосылкой для введения ее в промышленную культуру. Многолетний опыт культивирования голубики показал, что она активно откликается на подкормки минеральными удобрениями, основные из которых — азотные, фосфорные и калийные [1; 3–5]. Необходимо отметить, что максимальная реализация биологического потенциала растений невозможна без применения микроэлементов, участвующих в синтезе комплекса ферментов, от активности которых зависят стрессоустойчивость и иммунитет растений, урожайность и качество продукции. Установлено, что микроэлементы в форме наночастиц «работают» эффективней, чем традиционные микроудобрения, поскольку микроэлементы в такой форме повышают активность ферментов растительных клеток. Кроме того, физиологически необходимая норма синтеза ферментов при применении наноудобрений обеспечивается в сотни раз меньшей дозой в сравнении с традиционными препаратами, что, в свою очередь, ведет к экологизации производства [6; 7]. С 2014 г. в Республике Беларусь началась регистрация различных марок микроудобрений отечественного производства «Наноплант» на ряде зерновых, овощных и декоративных культур, на картофеле, а также на плодовых и ягодных культурах. В работе представлены данные испытаний эффективности применения микроудобрений «Наноплант-Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» и «Наноплант-Ag» в насаждениях голубики высокорослой.

Условия, объекты и методы проведения исследований

Исследования проводились в КФХ «Ягодное лукошко», расположенном в Ганцевичском районе Брестской области (N 52°806', E 26°551'). Объектом исследований являлись пятилетние растения голубики высокорослой сорта *Bluecrop* как наиболее распространенного в районах промышленного возделывания голубики. Насаждения голубики созданы двулетними корнесобственными саженцами в мае 2013 г. Почва на участке дерново-подзолистая с $pH_{(H_2O)}$ 5,9. Содержание гумуса в почве составляет 3,8%, P —

126 мг/кг почвы, К — 229 мг/кг почвы, Cu — 1,5 мг/кг почвы, Zn — 1,5 мг/кг почвы, Ca — 1252 мг/кг почвы, Mg — 339 мг/кг почвы, S — 16,0 мг/кг почвы, Mn — 10,0 мг/кг почвы. Схема посадки растений — 4,0×1,0 м. Приствольная полоса в насаждениях голубики замульчирована опилками хвойных пород слоем 10 см, шириной 1 м, в междурядьях — естественное задернение. Проводилось внесение минеральных удобрений (по д. в.) — $N_{60}P_{60}K_{60}$. Расположение делянок рендомизированное, повторность трехкратная, на опытной делянке по пять кустов.

Исследовали эффективность наномикроудобрений:

1. «Наноплант-Со, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» («Наноплант-8»).

Состав, г/л, не менее: Со — 0,36; Mn — 0,36; Cu — 0,43; Fe — 0,60; Zn — 0,25; Cr — 0,45; Mo — 0,45; Se — 0,45;

2. «Наноплант-Ag». Состав, не менее: Ag — 0,05 г/л.

В качестве эталона использовалось удобрение «Растворин» марки А, зарегистрированное для применения на овощных, зерновых, технических и плодовых культурах. Состав, не менее: N — 10 %, H_2O_5 — 5 %, K_2O — 20 %, MgO — 5 %, Fe (ЭДТА) — 0,054 %, Zn (ЭДТА) — 0,014 %, Cu (ЭДТА) — 0,01 %, Mn (ЭДТА) — 0,042 %, В — 0,02 %, Mo — 0,004 %.

Варианты опыта приведены в таблице 1.

Норма расхода рабочей жидкости при некорневой подкормке всеми видами удобрений составляла 200 мл/раст. Опрыскивания

Таблица 1. Характеристика закладываемых опытов

Вариант	Норма расхода	Кратность внесения
Эталон («Растворин»)	2 г/л	3
		6
«Наноплант-8»	0,35 мл/1 л	3
		6
«Наноплант-Ag»	3 мл/1 л	3
		6
«Наноплант-8» + «Наноплант-Ag»	0,35 мл/1 л + 3 мл/1 л	3
		6
Контроль (вода)	—	6

растений голубики проводили в течение мая-июня. Фазы развития в период применения удобрений — рост и развитие завязи.

Гидротермические условия вегетационного периода в целом были благоприятными для роста и развития голубики высоко-рослой. В засушливые периоды (июнь, август) проводилось капельное орошение.

В качестве оценочного критерия эффективности некорневого внесения микроудобрений «Наноплант» использовали биометрические параметры растений как показатель развития его вегетативной сферы. Высоту растений и диаметр кроны в двух перпендикулярных направлениях измеряли в конце вегетационного периода [8]. На момент закладки опыта по некорневому внесению препаратов значимого различия в состоянии растений голубики, а позднее и интенсивности их цветения, отмечено не было.

Учет урожая голубики проводили в два приема. Массу 100 ягод определяли в трехкратной повторности при каждом приеме уборки урожая.

Для оценки особенностей сохраняемости плодов голубики ягоды снимали в стадии потребительской спелости и сразу же закладывали на хранение. Плоды расфасовывали в одноразовые пищевые пластиковые контейнеры для ягод и фруктов Т 602 с крышками Т 601 объемом 400 мл в двукратной повторности. Образцы составляли только из внешне здоровых плодов. Перед закладкой голубики на хранение подсчитывали число ягод в каждой упаковке и определяли их массу. Образцы хранили в холодильной камере при температуре +4° С с относительной влажностью воздуха 60–80 %. Каждые 4–5 дней проводили учет их состояния путем разбора на фракции и взвешивания с последующей выбраковкой нестандартных плодов: пораженных болезнями и с физиологическими расстройствами. За критерий сохраняемости принимали максимальный срок хранения плодов, в течение которого они сохраняли потребительские качества, а общие потери (естественная убыль + нестандарт) не превышали 10 % [9].

Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel на 95 %-м уровне значимости.

Результаты и их обсуждение

В ходе исследований выявлено, что обработка посадок голубики высокорослой микроудобрениями «Наноплант-8» и «Наноплант-Ag» способствует повышению морфометрических показателей растений (табл. 2). Так, увеличение высоты растений голубики в октябре по отношению к показателям июля в контроле составило 38 %, а при обработке «Наноплант-8» — 63 % (трехкратная обработка) и 55 % (шестикратная обработка), что в 1,7 и 1,5 раза выше контроля. При обработке «Наноплант-Ag» этот показатель составил 49 и 73 % соответственно, что превысило контроль в 1,3 и 1,9 раза.

Применение микроудобрений оказывает положительное влияние на скорость созревания плодов голубики высокорослой.

Таблица 2. Морфометрические параметры растений голубики высокорослой на фоне внесения разных удобрений

Вариант	Высота растения, см			Диаметр кроны, см		
	июль	октябрь	при- рост, %	июль	октябрь	при- рост, %
Контроль	77,0 ± 3,6	106,0 ± 10,6	38	77,5 ± 46	100,5 ± 7,3	30
Кратность внесения удобрения — 3						
Эталон	64,0 ± 7,2	111,0 ± 7,5	77*	82,5 ± 10,6	111,0 ± 8,4	36*
«Наноплант-8»	65,0 ± 8,1	103,0 ± 1,7	63*	79,5 ± 8,8	104,5 ± 3,6	34*
«Наноплант-Ag»	75,0 ± 6,3	111,0 ± 8,2	49	84,0 ± 5,8	111,5 ± 3,3	34*
«Наноплант-8» + «Наноплант-Ag»	81,0 ± 6,9	95,0 ± 3,2*	19*	75,5 ± 6,1	99,5 ± 4,9	33
Кратность внесения удобрения — 6						
Эталон	60,0 ± 10,2	92,0 ± 9,4*	59*	74,5 ± 9,7	103,0 ± 6,2	42
«Наноплант-8»	75,0 ± 6,7	114,0 ± 4,7	55*	80,5 ± 6,7	109,5 ± 7,8	36*
«Наноплант-Ag»	61,0 ± 6,1*	104,0 ± 8,8	73*	79,9 ± 7,3	107,5 ± 4,9	27
«Наноплант-8» + «Наноплант-Ag»	78,0 ± 6,9	98,0 ± 4,8*	28	83,5 ± 8,8	102,5 ± 5,8	25
НСР_{0,05}	14,25	13,30	32,20	14,99	11,54	21,59

* Достоверная разница с контролем.

Первыми начали созревать ягоды в варианте опыта с применением микроудобрения «Наноплант-8», затем — с добавкой «Наноплант-Аг». Плоды голубики в контроле начали созревать последними (на пять суток позже).

Урожайность голубики высокорослой в вариантах опыта варьировалась в достаточно широких пределах (табл. 3). При применении микроудобрений «Наноплант» отмечено повышение урожайности: до 1,2 кг/раст. (на 71 %) при трехкратном внесении «Наноплант-Аг»; в варианте шестикратного опрыскивания марка «Наноплант-8» увеличила урожайность до 0,9 кг/раст. (на 29 %), а совместное применение двух марок — до 0,8 кг/раст. (на 14 %).

Применение «Растворина» не привело к увеличению урожайности. Напротив, проявилась тенденция к ее снижению и при

Таблица 3. Урожайность и сохраняемость плодов голубики высокорослой в зависимости от применяемых удобрений

Вариант	Урожайность, кг/раст.	Масса одной ягоды, г	Естественная убыль массы плода
	$x \pm m_x$	$x \pm m_x$	при хранении, %
Контроль	0,7 ± 0,2	2,7 ± 0,2	9,0
Кратность внесения удобрения — 3			
Эталон	0,6 ± 0,1	2,8 ± 0,1	8,6
«Наноплант-8»	0,6 ± 0,3	2,6 ± 0,2	8,5
«Наноплант-Аг»	1,2 ± 0,3	2,8 ± 0,1	8,0
«Наноплант-8» + «Наноплант-Аг»	0,5 ± 0,2	2,6 ± 0,1	6,7
Кратность внесения удобрения — 6			
Эталон	0,5 ± 0,2	2,6 ± 0,2	6,0
«Наноплант-8»	0,9 ± 0,2	2,7 ± 0,1	5,0
«Наноплант-Аг»	0,6 ± 0,2	2,8 ± 0,1	9,4
«Наноплант-8» + «Наноплант-Аг»	0,8 ± 0,4	2,6 ± 0,1	8,0
НСР_{0,05}	0,51	0,29	

трехкратном, и при шестикратном опрыскивании — на 14 и 29 % соответственно по сравнению с контролем.

Внесение как «Нанопланта», так и «Растворина» несущественно повлияло на размер плодов голубики. Увеличение массы одного плода на 5 и 7 % по сравнению с контролем отмечено лишь в вариантах опыта с трех- и шестикратным внесением микроудобрения «Наноплант-Ag».

Применение «Нанопланта» и «Растворина» обеспечило снижение естественной убыли массы ягод при хранении, которой главным образом и определяется сохраняемость плодов голубики высокорослой. В период хранения в плодах продолжают процессы жизнедеятельности, такие как дыхание, транспирация и изменение химического состава, приводящие к обезвоживанию и расходованию аккумулированных органических соединений и, как результат, — к потере массы [10].

Заключение

Использование микроудобрений «Наноплант-8» и «Наноплант-Ag» в насаждениях голубики высокорослой способствует увеличению морфометрических параметров растений, урожайности и массы плодов. Достоверный эффект отмечен при внесении микроудобрения «Наноплант-8» в дозе 0,1 л/га, микроудобрения «Наноплант-Ag» в дозе 0,9 л/га как в трехкратной, так и в шестикратной повторности. Также их применение приводит к более раннему созреванию плодов голубики.

Список литературы

1. Голубика высокорослая: оценка адаптационного потенциала при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.]; под ред. В. И. Парфенова. — Минск: Беларус. навука, 2007. — 442 с.
2. Формирование биохимического состава плодов ягодных растений сем. Ericaceae при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова

- [и др.]; под ред. В. И. Парфенова. — Минск: Беларус. навука, 2011. — 319 с.
3. Яковлев, А. П. Особенности развития вегетативной сферы растений *Vaccinium corymbosum* L. при различном уровне агрохимического обеспечения / А. П. Яковлев, О. Т. Яковлева, Е. И. Кузнецова // Современные направления деятельности ботанических садов и держателей ботанических коллекций по сохранению биологического разнообразия растительного мира: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. Н. В. Смольского, Минск, 27–29 сент. 2005 г. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: В. Н. Решетников [и др.]. — Минск: Эдит ВВ, 2005. — С. 158–160.
 4. Курлович, Т. В. Голубика высокорослая в Беларуси / Т. В. Курлович, В. Н. Босак. — Минск: Беларус. навука, 1998. — 176 с.
 5. Сидорович, Е. А. Интродукция и опыт выращивания клюквы крупноплодной, голубики высокой и брусники / Е. А. Сидорович, Н. Н. Рубан, А. В. Шерстеникина. — М.: БелНИИНТИ, 1991. — 52 с.
 6. Азизбеян, С. Г. Наноплант — новое отечественное микроудобрение / С. Г. Азизбеян, В. И. Домаш // Наше сельское хозяйство: агрономия. — 2015. — № 7. — С. 2–6.
 7. Азизбеян, С. Г. Наноплант — новое отечественное микроудобрение / С. Г. Азизбеян, В. И. Домаш // Наше сельское хозяйство: агрономия. — 2015. — № 9. — С. 2–5.
 8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ГНУ Всеросс. НИИ селекции плодовых культур; редкол.: Е. Н. Седов [и др.]. — Орел: ВНИИСПК, 1999. — 608 с.
 9. Лойко, Р. Э. Хранение и переработка плодов и овощей в колхозах и совхозах. / Р. Э. Лойко, П. И. Дячек, Ф. И. Субоч. — Минск: Ураджай, 1987. — 152 с.
 10. Физиология плодовых растений / отв. ред. проф. Г. Фридрих [и др.]; пер. с нем. Л. К. Садовской [и др.]; под ред. Р. П. Кудрявцева. — М.: Колос, 1983. — 416 с.

Опыт культивирования ягодников семейства Брусничные в южнотаежной подзоне Кировской области

Егошина Т. Л.^{1,2}, Лугинина Е. А.¹, Гудовских Ю. В.¹, Капустина Н. В.¹, Кислицына А. В.¹, Оботнин С. И.¹

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова, г. Киров, Россия, e-mail: etl@inbox.ru

² Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров, Россия

Резюме. Показана возможность успешного культивирования в Волго-Вятском регионе России некоторых сортов и форм клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.), клюквы крупноплодной (*O. macrocarpus* (Ait.) Pers.), голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.), брусники обыкновенной (*V. vitis-idaea* L.).

Summary. The paper proves the ability to successfully cultivate certain cultivars and varieties of European cranberry (*Oxycoccus palustris* Pers.), American cranberry (*O. macrocarpus* (Ait.) Pers.), lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.), and cowberry (*V. vitis-idaea* L.) in Volgo-Vyatskiy region of Russia.

Неустойчивость плодоношения голубики, брусники, клюквы в природных популяциях, стремительное уменьшение запасов сырья, наличие значительных площадей осушенных торфяников, площадь которых только в Кировской области составляет 60 тыс. га [1], делают актуальными исследования по культивированию этих видов. В суровых климатических условиях таежной зоны России, где ограничен ассортимент садовых культур, возделывание ягодных кустарничков может быть надежной основой для садоводства.

В Кировской области культивирование ягодников семейства брусничных можно разделить на два этапа. Первый начался в 1984 г., когда в процессе полевых исследований были отобраны наиболее продуктивные формы клюквы болотной (*Oxycoccus*

palustris Pers.), которые высаживались на опытном участке. В 1987 г. на этом же участке высадили четыре сорта клюквы крупноплодной (*O. macrocarpus* (Ait.) Pers): сорта Франклин, Эрли Блэк, Уилкоккс, Макфарлин.

В условиях южной тайги они обеспечивали урожай от 0,3 до 1,8 т/га. Наибольшей урожайностью характеризовался сорт Франклин — от 0,3 до 2,4 т/га — при среднем весе одного плода около 1,2 г.

Ежегодно отмечалось повреждение цветочных почек и побегов. Продуктивность цветков обычно не превышала 45 %. В 70 % лет отмечено повреждение недозревших ягод ранне-осенними заморозками. Поражение ягод вредителями и болезнями составляло 5–12 %. Более трети лет характеризовались слабым плодоношением клюквы американской. В северной тайге ягоды клюквы крупноплодной не успевали вызревать.

Лучшими производственными показателями в условиях Кировской области характеризовались отобранные формы клюквы болотной. Растения клюквы крупноплодной изученных сортов в урожайные годы отличались более высоким уровнем плодоношения, но сильнее поражались заморозками, вредителями и болезнями, имели меньшую стабильность плодоношения [2–6].

Брусника сорта Коралл формировала два урожая: летний и основной осенний, который, как правило, не успевал вызреть. Побегови голубики щитковой (*Vaccinium corymbosum* L.) и гибридных сортов, полученных на ее основе, во все годы исследования обмерзали зимой до уровня снежного покрова, плодоношение не отмечено.

Второй этап культивирования приходится на 2011 г., когда исследования интродукции *Oxycoccus palustris* Pers., *O. macrocarpus* (Ait.) Pers., *Vaccinium angustifolium* Ait., *V. vitis-idaea* L. начались на экспериментальном участке, заложенном в Оричевском районе Кировской области (подзона южной тайги). Участок находится в зоне умеренноконтинентального климата с продолжительной многоснежной и холодной зимой и умеренно теплым летом. Средняя годовая температура составляет 1,5 °С [7]. Зимой температура воздуха может опускаться до –54 °С. Продолжительность

безморозного периода — около 102 дней. Сумма положительных температур достигает 2107°C. Участок расположен на частично мелиорированном мезотрофном болоте, имеет относительно пригодные для выращивания дикорастущих ягодников показатели: 100 %-я освещенность; толщина остаточного слоя торфа — от 0,5 до 1 м; кислотность торфа — 4,8. Уровень залегания грунтовых вод в вегетационный период — 30–60 см от поверхности почвы.

Посадочный материал для второго этапа исследований был получен из Центральной лесной опытной станции ВНИИЛМ (ЦЛОС) (г. Кострома).

Брусника обыкновенная (сорта Костромичка, Костромская розовая) поступила в виде однолетних саженцев с открытой корневой системой, полученных путем черенкования в питомнике ЦЛОС весной 2011 г., в первой декаде 2012 г., которые сразу же были высажены в открытый грунт. В вегетационный период 2013 г. на 62 % растений появились отдельные ягоды. В 2014 г. плодоносили все растения (табл. 1).

Вероятно, при использовании сортов брусники обыкновенной селекции ЦЛОС, которые дают в Костромской области урожайность до 4,1 т/га и в достаточной мере реализуют свои потенциальные возможности [8], продуктивность плантаций в приближенных условиях Кировской области может быть выше.

Голубика узколистная. В начале сентября 2011 г. на экспериментальный участок поступили однолетние саженцы голубики

Таблица 1. Параметры продуктивности брусники обыкновенной сортов Костромская розовая и Костромичка в 2014–2016 гг.

Параметры	Костромская розовая			Костромичка		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Диаметр ягоды, мм	8,9 ± 0,2 7,6–13,9	8,6 ± 0,1 7,1–11,4	9,0 ± 0,2 7,3–12,4	9,4 ± 0,3 7,5–14,0	9,2 ± 0,1 7,2–11,5	9,4 ± 0,1 7,4–12,6
Количество ягод на растении, шт.	7,9 ± 1,7 1–14	17,4 ± 3,0 2–32	20,8 ± 2,9 7–38	8,5 ± 2,4 5–17	18,3 ± 2,7 5–33	21,3 ± 3,1 10–42
Масса 100 ягод	38,9 ± 4,2	36,7 ± 3,9	42,3 ± 3,0	45,0 ± 4,1	44,0 ± 3,2	45,9 ± 3,1

узколистной с закрытой корневой системой. Растения высажены в грунт в начале мая 2012 г. Саженцы хорошо перенесли пересадку, их укоренение составило 100 %.

Выявлена высокая зимостойкость голубики узколистной в условиях региона. Подмерзания побегов и выпадения растений зимой не отмечено. Сохранность саженцев в течение зимы 2011–2012 гг. и последующих зим составила 100 %. Однако годы исследования были довольно теплыми, средняя годовая температура существенно превышала среднемноголетнюю величину. Минимальные зимние температуры не опускались ниже -40°C . Степень устойчивости цветков и бутонов к весенним заморозкам высокая: их гибели при кратковременном понижении температуры воздуха до -5°C не отмечалось.

К концу второго вегетационного сезона (10.10.2012 г.) растения имели от 4 до 18 побегов, составляя в среднем 9.3 ± 0.3 шт. на особь. Длина побегов колебалась от 9 до 43 см, составляя в среднем 20.3 ± 1.8 см. В последующий период наблюдений значительного увеличения высоты растений не отмечено. Так, осенью 2014 г. высота растений варьировала от 0.27 до 0.80 м, составляя в среднем 0.43 ± 0.8 м. В конце вегетационного сезона 2015 г. размах варьирования признака составил от 34.7 до 85.2 см, составляя в среднем 58.2 ± 2.1 см. В октябре 2016 г. высота пятилетних растений колебалась от 35.2 до 87.6 см, составляя в среднем 63.4 ± 5.1 см. Такой характер формирования кроны растений обусловлен появлением со второго года жизни растений значительного числа побегов, имеющих выраженную плагиотропность. Эту особенность морфологического строения особей голубики узколистной отмечали другие исследователи [9; 10].

На плагиотропных побегах в местах их соприкосновения с субстратом у трех-четырёхлетних растений начинают формироваться придаточные корни. На периферии куста у пятилетних растений отмечено образование из спящих почек на подземных корневищах новых парциальных растений, также имеющих плагиотропный характер роста. Образование придаточных корней на плагиотропных побегах формирования и парциальных кустов существенно расширяет возможности вегетативного размноже-

ния голубики узколистной путем использования корневищных черенков и парциальных кустов [11].

Уже на втором году вегетации растений около 10 % из них зацвели и образовали плоды. В конце вегетационного сезона 2013 г. в стадию плодоношения вступило 83 % растений. Уровень плодоношения составил в среднем 83.2 ± 5.1 г с одного растения. В последующие годы происходило увеличение урожайности (табл. 2).

Масса ягод в период исследования варьировала от 0,9 до 5,3 г, составляя в среднем 2.3 ± 0.2 и являясь довольно стабильной величиной: коэффициент вариации признака колебался от 6.00 до 8.67 %.

Клюква болотная и клюква крупноплодная. Черенки клюквы болотной сортов Краса Севера, Дар Костромы, Алая заповедная, Хотавецкая, Северянка, Соминская, Тарту, Вирусаару и клюквы крупноплодной сорта Бен Лир и формы 23/3 (селекция ЦЛОС) были высажены в пленочную теплицу в третьей декаде 2012 г. Укоренение черенков всех сортов составило 100 %. Наибольшим количеством побегов и длиной приростов к концу первой декады августа 2012 г. характеризовались растения клюквы крупноплодной сорта Бен Лир, количество побегов в которых колебалось от 1 до 7, составляя в среднем $3,2 \pm 0,3$ шт./ос. при колебаниях длины побегов от 1,5 до 34,1 см, составлявшей в среднем $7,2 \pm 0,4$ см.

На втором году вегетации у отдельных растений клюквы сортов Дар Костромы, Краса Севера, Бен Лир, формы 23/3 появились отдельные плоды (табл. 3). Параметры массы и размера плода в период исследования достоверно не отличались.

Урожайность растений с возрастом увеличивалась. Но максимальных значений, отмеченных в ЦЛОС [12; 13], не достигла. Максимальными параметрами продуктивности на данном этапе исследования характеризовались следующие сорта и формы клюквы: форма 23/3, Бен Лир, Дар Костромы, Краса севера (табл. 4). Вероятно, данные сорта можно рекомендовать к культивированию в регионе.

Таблица 2. Урожайность голубики узколистной в 2014–2016 гг.

Год наблюдений	Урожайность средняя, г/ос.	Пределы варьирования урожайности, г/ос.
2014	57,5 ± 6,3	18,2–106,0
2015	230,0 ± 12,4	120,0–350,0
2016	330,0 ± 5,1	234,0–465,0

Таблица 3. Параметры продуктивности некоторых сортов и форм клюквы второго года вегетации (2013 г.)

Показатели	Форма 23/3	Бен Лир	Дар Костромы	Краса севера
Средняя масса ягоды, г	1,3 ± 0,1 1,0–2,4	1,2 ± 0,1 1,1–2,2	1,7 ± 0,2 1,1–2,8	1,4 ± 0,1 0,6–2,5
Средний диаметр ягоды, мм	15,1 ± 0,2 10,3–20,8	14,9 ± 0,1 9,7–19,9	15,2 ± 0,9 12,7–18,8	14,6 ± 0,4 9,3–20,7

Таблица 4. Урожайность клюквы 2014–2016 гг.

Средняя урожайность, г/м ²	Форма 23/3	Бен Лир	Дар Костромы	Краса севера
2014	82,8 ± 14,1	70,9 ± 9,3	71,3 ± 6,1	84,3 ± 12,0
2015	85,3 ± 7,2	76,3 ± 5,6	74,2 ± 8,0	130,5 ± 15,0
2016	177,8 ± 17,2	176,3 ± 11,6	258,2 ± 34,0	330,5 ± 22,0

Выводы

1. Результаты культивирования голубики узколистной в условиях южнотаежной подзоны Кировской области дают основания предположить возможность успешной интродукции голубики узколистной в регионе.
2. Исследования по культивированию форм и сортов брусники обыкновенной, клюквы болотной и крупноплодной свидетельствуют, что наилучшими показателями урожайности, зимостойкости характеризуются следующие: брусника обыкновенная — сорта Костромская розовая и Костромичка; клюква болотная — сорта Дар Костромы и Краса севера; клюква Крупноплодная — форма 23/3 и сорт Бен Лир.

3. Выращивание исследованных форм и сортов брусники обыкновенной, голубики узколистной, клюквы болотной и крупноплодной на опытном участке при создании оптимальных условий произрастания и уменьшения влияния отрицательных факторов среды позволяет получать высокий и стабильный урожай ягод ежегодно.

Список литературы

1. Уланов А. Н., Журавлева Е. Л. Болота // Энциклопедия земли Вятской. Киров: Кировская областная типография, 1997. Т. 7. С. 223–233.
2. Egoshina T. Prospects of grandberry cultivation in Kirov region // Культура брусничных ягодников: итоги и перспективы: материалы Международной научной конференции (15–19 августа 2005 г.) — Минск: Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси. 2005, С. 11–14.
3. Egoshina T. Specifika i perspektyvy uprawy zurawiny (rodzaj *Oxycoccus*) w regionie Kirowa w Rosji //Uprawa borowki I zurawiny. Miedzynarodowa konferencja naukowa. Skierniewice, 19–22 June 2006. p. 104–107.
4. Egoshina T. L., Luginina E. A. *Vaccinium vitis-idaea* L. and *Oxycoccus palustris* Pers. in natural populations and in culture of taiga zone of Russia // *Vaccinium* spp. and Less Known Small Fruits: Cultivation and health benefit 2007, Nitra: Slovak Agricultural University in Nitra, Slovakia. 2007. P. 31–32.
5. Egoshina T. L., Luginina E. A. *Vaccinium vitis-idaea* and *Oxycoccus palustris* in natural Populations and Culture in Taiga Zone of Russia // *Acta horticulturae et regiotecturae*, 2007, № 10. P. 57–61.
6. Егошина Т. Л., Лугинина Е. А. Ресурсы брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) и клюквы (*Oxycoccus palustris* Pers.) в природных популяциях таежной зоны России и перспективы культивирования // Вестник Тверского государственного университета. Серия «биология и экология», 2008. Вып. 10. С. 147–154.
7. Климат Кирова. / Ленинград: Гидрометеиздат. 1982. — 216 с.
8. Тяк Г. В., Алтухова С. А., Вихарева Л. В. Некоторые результаты выращивания брусники на выработанных торфяниках // Сборник научных статей, посвященный 50-летию Костромской лесной опытной станции ВНИИЛМ. Кострома, 2007. С. 232–238.

9. Морозов О. В., Решетников В. Н., Яковлев А. П., Морозова Т. А. Эколого-биологические особенности голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) при интродукции в условиях южной части Беларуси // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: Мат. Междунар. науч. конф., посвященной 75-летию со дня образования Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. — Минск: Эдит ВВ. 2007. Т. 1. С. 238–241.
10. Яковлев А. П., Морозов О. В. Развитие вегетативной сферы голубики узколистной при интродукции в условиях Беларуси / Лесохозяйственная информация. 2008, № 12. С. 40–44.
11. Тяк Г. В., Курлович Л. Е., Тяк А. В. Биологическая рекультивация выработанных торфяников путем создания посадок лесных ягодных растений // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2016. — №2 (40). — С. 43–46.
12. Черкасов А. Ф., Макеев В. А., Макеева Г. Ю. Первые российские сорта клюквы // Лесное хозяйство, 2000. №6. С. 34–35.
13. Макеев В. А., Макеева Г. Ю. Результаты и перспективы селекционной работы с клюквой на Костромской лесной опытной станции // Сборник научных статей, посвященный 50-летию Костромской лесной опытной станции ВНИИЛМ. Кострома, 2007. С. 183–192.

Освоение культуры брусники: достижения, задачи и перспективы

Курлович Т. В.

*Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь,
vaccinium@mail.ru*

Резюме. В 60–80-е гг. XX в. были разработаны основные технологические приемы выращивания брусники, зарегистрировано 20 сортов. Но не удалось решить ряд проблем, чтобы наладить плантационное выращивание брусники. В настоящее время благодаря развитию технологий в области укрывных материалов, в системах полива и др. появилась возможность решить проблемы защиты посадок брусники от сорняков, водоснабжения плантации, защиты от паразитов и неблагоприятных условий. Для этого необходимо проведение научных исследований с целью совершенствования технологии промышленного выращивания брусники. Важной задачей является также решение организационных вопросов, связанных с производством и реализацией саженцев.

Summary. In the 60 s–80 s of the 20 th century, main technological methods of growing lingonberry have been developed, 20 varieties were registered. But a number of problems could not be resolved in order to establish plantation cultivation of lingonberry. Currently, owing to technological developments in cover materials, watering systems, etc., it is possible to solve the issues of protecting plantations of lingonberry from weeds, supplying water to a plantation, protection from parasites and unfavorable conditions. For that, scientific research on the improvement of commercial cultivation technologies of lingonberry must be conducted. Another important goal is to solve organizational issues pertaining to production and marketing of seedlings.

Такая ценная ягода, как брусника, не могла не привлечь к себе внимание целого ряда специалистов в области фармакологии, пищевой промышленности, лесного и сельского хозяйства и, конечно, ученых из разных стран. Изучение морфологии, биологических особенностей вида, его распространения, а также оценка запасов лекарственного сырья и ягоды позволили установить факт сокращения площадей брусничников и значительного снижения

объема заготовок ягоды. Имеющийся опыт промышленного выращивания клюквы и голубики в ряде стран подтолкнул к решению о необходимости введения брусники в культуру, для чего потребовалось проведение исследований по данной проблеме.

Первые опыты по выращиванию брусники в культуре были начаты в 1960-х гг. в ряде стран Западной Европы (Швеция, Финляндия, Норвегия, Германия, Голландия) и США. Немного позже, в середине 1970-х — начале 1980-х, к решению проблемы подключились Литва, Латвия, Эстония, Польша, Россия и Беларусь. Кроме ресурсоведческих исследований был развернут цикл интродукционных наблюдений по перенесению растений брусники из естественных зарослей в условия культуры. В результате были сделаны выводы о нецелесообразности такого подхода в связи с генетической неоднородностью и низкой биологической продуктивностью посадочного материала. Более перспективным направлением оказались работы по отбору наиболее высокопродуктивных клонов как среди растений, перенесенных в культуру, так и в дикорастущих популяциях. В результате исследователями разных стран было выведено порядка 20 сортов брусники. На сегодняшний день известны сорта *Koralle*, *Red Pearl* (Голландия), *Erntedank*, *Erntekrone*, *Erntesege*n, *Ammerland*, *Erzgebirgisperle* (Германия), *Ida*, *Linnea*, *Sanna*, *Sussi* (Швеция), *Scarlet* (Норвегия), *Regal* (Финляндия), *Splendor* (США), *Mazovia*, *Runo Belawske* (Польша), *Wisserpaalu* (Эстония), Костромичка, Костромская розовая, Рубин (Россия) [1].

Параллельно с отбором высокопродуктивных клонов и регистрацией сортов учеными европейских стран и США проводились исследования по разработке агротехнических приемов выращивания брусники в культуре. Изучались экологические аспекты технологии выращивания брусники в естественных местообитаниях и в культуре на коллекционных участках и плантациях, а также вопросы ее размножения и селекции. Уточнялись наиболее эффективные способы размножения, позволяющие в короткие сроки получать большое количество здорового посадочного материала. В частности, проводились опыты по размножению брусники в культуре *in vitro*. Исследовалась эффективность мине-

ральных подкормок и мульчирования почвы под посадками различными материалами (песок, торф, гравий, опилки, щепа, опавшая хвоя, кора). Изучалось влияние ряда климатических факторов, светового режима, опыления на плодоношение растений в естественных условиях и в культуре. Проводилось испытание гербицидов с целью исследования их эффективности для борьбы с сорняками в посадках брусники. В Институте технологии садоводства Ганноверского университета была разработана серия механизмов для промышленного культивирования брусники, в том числе машина для уборки ягод.

В Беларуси исследования по культивированию брусники были начаты в 1975–1976 гг. в Центральном ботаническом саду и Институте леса на посадках брусники [2; 3]. В результате было дано научное обоснование перспективности введения брусники в промышленную культуру. В 1980 г. опыты из ботанического сада были перенесены на Ганцевичскую опытно-экспериментальную базу. Осенью 1987 г. заведующим лабораторией Н. Н. Рубаном из Варшавского сельскохозяйственного университета были доставлены черенки пяти сортов брусники: *Koralle*, *Erntedank*, *Erntekröne*, *Erntesege*n и *Mazovia*, которые Т. В. Курлович были укоренены в имевшейся на базе отапливаемой оранжерее, а затем размножены и высажены в открытый грунт на коллекционном участке. В 1990 г. созданная коллекция сортовой брусники была передана Н. Б. Павловскому для проведения интродукционных исследований. В результате было установлено, что изучаемые сорта в условиях интродукции формируют два урожая за сезон. Сорт *Koralle* по сравнению с другими сортами характеризуется наибольшей стабильностью плодоношения. Урожайность этого сорта оказалась в 3–4 раза выше, чем у остальных сортов и составила 0,7–1,4 кг на м² [3]. Параллельно в ботаническом саду проводились исследования по размножению сортовой брусники в культуре *in vitro* и изучению индуцируемого морфогенеза сортов *Koralle*, *Erntedank*, *Erntekröne*, *Mazovia* в культуре клеток и тканей [4].

К началу 1990-х гг. учеными европейских стран были разработаны основы промышленного выращивания брусники, создан ком-

плекс машин для ухода за посадками и уборки ягоды. В совокупности в разных странах было зарегистрировано 20 сортов брусники, заложены промышленные плантации брусники в Скандинавии (Финляндия, Швеция, Норвегия) и Германии, а также ряде республик существовавшего в то время Советского Союза (Литва, Латвия, Эстония, Украина, Россия, Белоруссия). Но перед развитием этой культуры еще стоял ряд нерешенных вопросов, в частности борьба с сорняками, защита от болезней, продление сроков эксплуатации плантации, совершенствование механизации процессов ухода за посадками и уборки урожая.

Дальнейшее развитие событий внесло свои коррективы в процесс окультуривания брусники. Распад СССР в силу экономических причин привел к остановке этого процесса в странах, образовавшихся из республик СССР. В Западной Европе к торможению окультуривания брусники привело развитие промышленного голубиководства, поскольку выращивание высокорослой голубики является более привлекательным для фермеров. Культура долговечная, ее ягода на рынке востребована в свежем виде и стоит дорого, взрослые растения успешно конкурируют с сорной растительностью. По этой же причине белорусские фермеры тоже предпочитают выращивать голубику высокорослую и мало внимания обращают на другие виды брусничных. Цены на рынке на ягоду брусники в 3–4 раза ниже, чем на ягоду высокорослой голубики. Через 7–10 лет эксплуатации плантация брусники нуждается в реконструкции, а сама культура без должного ухода быстро вытесняется сорняками из агроценоза. В настоящее время ее культивирование сосредоточено в странах Скандинавии, поскольку брусника в этом регионе считается экономически важной лесной ягодой, а развитию промышленного голубиководства препятствуют короткий вегетационный период и недостаточная теплообеспеченность региона.

Но фермеры, занимающиеся разведением голубики, проявляют интерес и к бруснике как дополнительному источнику дохода. Особенно это актуально для арендаторов из северной части Беларуси и из России. В этих регионах голубиководство ограничивается климатическими условиями, а наличие кислых, мало-

пригодных для основных сельскохозяйственных культур почв требует поиска альтернативных вариантов их использования. Одним из таких вариантов является выращивание брусники, поскольку спрос на ягоду растет, расширяются варианты ее переработки и список получаемых продуктов, а заготовки сокращаются. В будущем выращивание брусники может стать перспективным направлением в регионах, теплообеспеченность которых не позволяет развиваться голубиководству. Как дополнительный источник дохода это направление может развиваться в центральной и южной частях Беларуси, в Украине и ряде других стран.

Но при попытке культивирования брусники фермеры сталкиваются с рядом проблем, главной из которых является борьба с сорной растительностью. Это также послужило причиной того, почему плантационное выращивание брусники до сих пор не получило широкого признания. Корневая система брусники располагается в верхнем слое почвы и при механической прополке междурядий с помощью сельскохозяйственной техники повреждается, что приводит к уничтожению культурных растений. Имеющийся комплекс гербицидов позволяет без ущерба уничтожать сорняки, произрастающие выше яруса культурных растений, но сорняки, находящиеся в ярусе брусники, остаются и через несколько лет начинают вытеснять бруснику из агроценоза. Ручная прополка — очень дорогостоящее мероприятие, к тому же не слишком эффективное. В настоящее время активно развивается производство укрывных материалов, с помощью которых можно значительно снизить засоренность посадок культурных растений. Применение дополнительных мер по защите посадок от сорняков позволяет свести их число к нулю, избежать огромных затрат на содержание плантации и уход за нею, а также получать экологически чистую продукцию. Наиболее практичным материалом для этих целей в настоящее время является агроткань, что показали опыты, заложенные нами в 2015 г. (рис. 1, 2).

Кроме того, разработки в области организации капельного полива позволяют наладить регулярное водоснабжение посадок, внесение подкормок, защиту растений от заморозков, засухи, пе-



Рис. 1. Вариант опыта с укрытием агротканью



Рис. 2. Контрольный вариант

регрева и т. д. Создание нового поколения препаратов для защиты растений от болезней и вредителей позволяет защитить их от широко комплекса паразитических микроорганизмов и постоянно поддерживать здоровье насаждений на плантации.

Поэтому в связи с развитием новых технологий в области растениеводства целесообразно наладить исследования по совершенствованию технологии промышленного выращивания брусники. Главной задачей, которую следует решить в первую очередь, является разработка системы мероприятий по защите посадок от сорняков. Кроме этого, необходимо подготовить рекомендации по водоснабжению, минеральному питанию и защите растений брусники от болезней и вредителей в условиях промышленной плантации. В связи с тенденцией переселения молодежи в города, снижением числа сельских жителей, а соответственно, и приусадебных хозяйств необходимо наладить исследования по хранению и переработке получаемой продукции, разработке новых продуктов питания.

Для закладки промышленных плантаций следует наладить процесс производства здорового посадочного материала и разработать мероприятия по снижению затрат на выращивание саженцев, а соответственно, и снижению цен на них. В настоящее время кроме основных затрат на укоренение черенков и доращивание саженцев до товарных размеров основную статью в формировании стоимости саженца составляют затраты на оформление

документов, разрешающих продажу службой по семеноводству, карантину и защите растений.

В частности, для этого необходимо провести апробацию и приемку маточника, после этого — апробацию имеющегося количества саженцев. Стоимость мероприятий составляет для юридического лица на партию да 100 шт. 12,6 руб. Если саженцев больше, то за каждую сотню нужно доплатить еще 6,3 руб. Следовательно, апробация маточника из 1000 кустов будет стоить 75,6 руб., и в такую же сумму обойдется апробация 1000 саженцев. Всего 151,2 руб. После апробации необходимо провести приемку саженцев и доплатить еще 3,33 руб. за 1 саженец плюс 0,037 руб. за каждый следующий саженец. В итоге приемка 1000 саженцев обойдется в 40 руб. Кроме этого, необходимо получить акт фитосанитарного контроля, стоимость которого равна 34,5 руб. Следовательно, чтобы стать обладателем удостоверения о качестве саженцев, акта сортировки, акта фитосанитарного контроля и удостоверения на право реализации партии из 1000 саженцев в течение года на территории Беларуси, придется заплатить 225,7 руб. Стоимость одного саженца в результате возрастает на 23 копейки. Если продажа саженцев производится за пределы Беларуси, то необходимо оформить еще ряд документов, а именно акт экспертизы реализуемой партии саженцев и на основании его фитосанитарный сертификат. За них придется доплатить также значительную сумму, например за выдачу ФСС порядка 46 рублей. При закладке плантации, когда на гектар необходимо высадить несколько тысяч саженцев голубики или несколько десятков тысяч саженцев брусники, эти затраты выливаются в огромные суммы. Это при том, что инспекция по семеноводству, карантину и защите растений является государственным учреждением, которое финансируется из бюджета. А при реализации саженцев на территории Беларуси взимается 10 % НДС от суммы контракта и 20 % НДС при реализации саженцев за пределы Беларуси. В результате производство посадочного материала становится невыгодным. Поэтому следует поднять вопрос о пересмотре количества нормативных документов, необходимых для получения разрешения на продажу саженцев, а также проблемы по оплате услуг за их получение. В частно-

сти, апробацию, приемку и фитосанитарный контроль саженцев можно проводить одновременно и отражать результаты в одном документе. То же касается и маточника. В результате уменьшения количества документов, разрешающих реализацию саженцев, снизятся затраты и время на их получение, а у фермеров и питомников появится заинтересованность в производстве посадочного материала.

Список литературы

1. Павловский Н. Б., Рубан Н. Н. Сортовая брусника в Белорусском Полесье. — Минск, «Тэхналогія», 2000. — 131 с.
2. Бобровникова Т. И., Волчков В. Е. Особенности выращивания брусники на плантации // Достижения и перспективы в области инвентаризации, изучения, рационального освоения и охраны недревесных лесных ресурсов на территории европейской части СССР: Тез докл. научно-произв. Конф., Тарту, 19–20 авг., 1986 г. — ЭстНИИЛХи ОП.-Тарту, 1986. — С. 12–13.
3. Кудинов М. А., Шарковский Е. К. Бруснику — в культуру//Сельское хозяйство Белоруссии. — 1978. — № 6. — С. 46.
4. Сидорович Е. А., Кутас Е. Н. Клональное микроразмножение новых плодово-ягодных растений. — Минск: Навука і тэхніка, 1996. — 246 с.

Новые формы голубики топяной (*Vaccinium uliginosum* L.) коллекции Института леса НАН Беларуси

Маховик И. В., Бордок И. В., Моисеева Т. Р.,
Пасмурцева В. В., Волкова Н. В.

Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель, Беларусь, e-mail: 746786@gmail.com

Резюме. Материалы содержат описание новых форм голубики топяной, отобранных из естественных популяций в ходе обследования болотных экосистем земель лесного фонда Полоцкого и Дисненского лесхозов, включенных в коллекцию сортов и форм ягодных растений подсемейства брусничных Института леса НАН Беларуси. Приводятся морфометрические параметры ягод различных форм *V. uliginosum* L.

Summary. Descriptions of new forms of *Vaccinium uliginosum* L. sampled from natural populations during investigations of swamp ecosystems in Polotsk and Disna forestry enterprises are presented in the article. These forms are included in the collection of varieties and forms of berry plants from subfamily *Vaccinioideae* belonging to Forest Institute of NAS of Belarus. Morphometric parameters of different form berries of *V. uliginosum* L. are shown there.

В ряду ягодных растений подсемейства брусничных голубика топяная, обладая ценными пищевыми и лекарственными свойствами, имеет ряд качеств, обеспечивающих ей значительный потенциал при интродукции, таких как длительный жизненный цикл, хорошая отзывчивость на агротехнические приемы, несложные технологии размножения посадочного материала и др.

В отличие от клюквы крупноплодной и голубики высоко-рослой, селекция которых ведется уже на протяжении 150 лет, для голубики топяной такая работа только начинается. На начальных этапах селекции для большинства видов растений практически единственным источником ценных хозяйственно значимых признаков является внутривидовая изменчивость естественных популяций. Для ее рассмотрения в селекционных целях нам пред-

ставляется наилучшим выделение форм — таксономических единиц низкого уровня преимущественно однофакторного типа. В таком контексте следует отметить, что большинство количественных признаков у ягодников в значительной степени экологически детерминированы. Это не позволяет использовать их в качестве критериев выделения форм.

Исследования ряда авторов показывают, что у голубики топяной наиболее ярко выражена изменчивость по форме ягоды. Так, в условиях Белорусского Полесья В. В. Гримашевичем [1] выделено шесть форм: шаровидная мелкоплодная, продолговатая, округлая, грушевидная, яйцевидная и ребристая. В условиях Западно-Сибирской равнины Т. И. Снакиной [2] выделено семь вариантов конфигурации ягод данного вида: округлая, овальная, округло-овальная, цилиндрическая, сплюснуто-шаровидная, конусовидная и обратноконусовидная. Исследования П. Н. Токарева и И. Н. Токарева [3] показывают, что конфигурация ягод не зависит от экологических условий.

Полиморфность голубики топяной по окраске плодов имеет значительно более узкие пределы. В Цельском лесничестве Осиповичского лесхоза В. Е. Волчковым и В. В. Гримашевичем [4] обнаружена белоплодная форма голубики, а также клон с общим количеством парциальных кустов шесть штук с ягодами беловато-фиолетового цвета. М. Д. Данилов и соавторы [5] указывают на наличие в ценопопуляциях кроме типичной голубовато-сине-плодной и белоплодной также переходной формы с бледными голубовато-синими ягодами. Ученые отмечают в том числе достоверное увеличение содержания общего сахара и значительное снижение аскорбиновой кислоты у белоплодной формы. Это, на наш взгляд, имеет важное селекционное значение.

Указывая на ряд факторов, не позволяющих в полной мере оценить потенциал некоторых, прежде всего экологически обусловленных, хозяйственнозначимых признаков форм ягодных растений в природных условиях, отметим, что огромную роль играет оценка интродуцируемых форм на опытных плантациях. При высоком агрофоне выращивания условия внешней среды одинаково благоприятны для всех растений, поэтому разница

значений исследуемых признаков будет определяться исключительно наследственными факторами. Такие исследования широко проводятся по многим культивируемым и перспективным для интродукции видам ягодных растений на опытных плантациях, интродукционных и сортоиспытательных участках.

Целью наших исследований являлось выявление в естественных популяциях форм голубики топяной по хозяйственноценным признакам и перенос их в условия плантационного выращивания для дальнейшего изучения, использования и воспроизводства.

Изучение и описание изменчивости и формовой структуры естественных популяций голубики топяной выполнялось в 2016 г. в болотных экосистемах на землях лесного фонда Полоцкого и Дисненского лесхозов. По лесоустроительным материалам отбирались наиболее характерные участки произрастания ягодника (A_{4-5} , B_{4-5}). На подобранных выделах заложены маршрутные ходы с таким расчетом, чтобы по возможности равномерно охватить всю площадь. В период плодоношения на трансектах изучены морфологические (габитус, характеристика плодов, соцветий), биологические (продуктивность, наличие повреждений заморозками, болезнями и вредителями), фенологические (ранне-, позднеспелость, одновременность созревания) и другие признаки. Одновременно выполнены геоботанические и таксационные описания условий произрастания общепринятыми в лесоведении и фитоценологии методами, с помощью глобальной системы позиционирования (GPS) зафиксированы географические координаты мест отбора образцов для коллекции.

Выбранные при проведении обследований естественных популяций экземпляры растений с комом земли перенесены на заранее подготовленные гряды опытно-производственной плантации Корневской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси. Почвенно-гидрологические условия плантации можно охарактеризовать как оптимальные для выращивания брусничных: верхний слой почвы представляет собой верховой торфяник с относительно высокой зольностью (26–30%), сильнокислой реакцией почвенного раствора (pH_{KCl} — 2,8–3,3), содержанием валового азота 0,5–0,6 %, фосфора (в пересчете на

P_2O_5) — 3–6 мг/100 г, обменного калия — 9–15 мг/100 г. Толщина слоя торфа на участках, отведенных под посадки ягодников, варьирует от 30 см до 2 м (в отдельных местах на дневную поверхность выходят минеральные подстилающие горизонты). Уровень грунтовых вод в течение вегетационного периода (в случае отсутствия его регулирования гидротехническими сооружениями) составляет от 20 см (апрель-май) до 1,5 м (август) [6].

На начало вегетации 2016 г. секция голубики топяной коллекционного фонда Института леса НАН Беларуси была представлена тремя формами по габитусу кустарника (условно стелющийся, приподнимающийся (переходная форма), прямостоячий), двумя формами по цвету ягоды (синий с восковым налетом, белый), шестью — по форме ягоды (ребристая, продолговатая, шаровидная (мелкоплодная), грушевидная, округлая, яйцевидная) (рис. 1).

В ходе обследования болотных экосистем в границах Белорусского Поозерья, проводимого 2016 г., обнаружены следующие формы голубики топяной: по габитусу куста — условно стелющийся, приподнимающийся (переходная форма), прямостоячий; по форме ягоды — округлая (шаровидная), грушевидная, округлая ребристая, округло-коническая (яйцевидная), плоскоокруглая (дисковидная), цилиндрическая; по цвету ягоды — только синие с восковым налетом. Для пополнения коллекции форм из естественных популяций голубики топяной отобраны растения с плоскоокруглой (дисковидной), округлой ребристой и шаровидной (крупноплодной) формой ягоды (рис. 2).

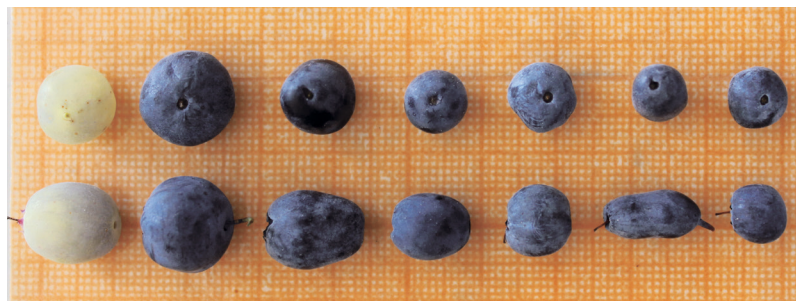


Рис. 1. Плоды форм голубики топяной коллекции Института леса НАН Беларуси

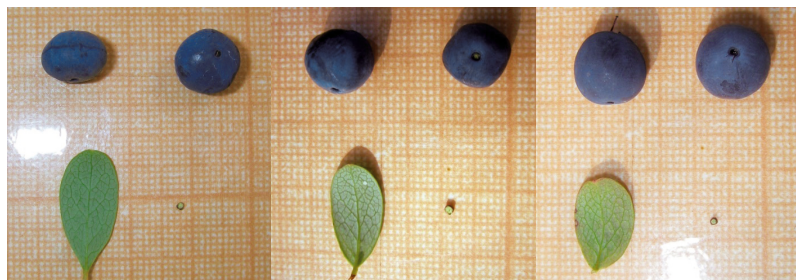


Рис. 2. Плоскоокруглая (дисковидная), округлая ребристая и шаровидная (крупноплодная) формы голубики топяной, отобранные в коллекцию Института леса НАН Беларуси

Некоторые морфометрические параметры ягод разных форм голубики топяной при плантационном выращивании (коллекция института) и в естественных условиях (новоотобранные формы) приведены в таблице.

Таблица. Морфометрические параметры ягод различных форм *V. uliginosum* L. урожая 2016 г.

Форма	Длина ягоды, мм	Ширина ягоды, мм	Масса 100 ягод, г
Белоплодная	11,60 ± 0,34	10,20 ± 0,16	73,4
Ребристая	10,12 ± 0,16	12,24 ± 0,19	68,0
Продолговатая	11,88 ± 0,23	6,92 ± 0,14	53,9
Шаровидная (мелкоплодная)	8,72 ± 0,12	8,72 ± 0,11	43,2
Грушевидная	12,96 ± 0,30	10,16 ± 0,27	57,6
Округлая	8,52 ± 0,14	9,60 ± 0,14	70,0
Яйцевидная	10,44 ± 0,23	8,64 ± 0,13	71,7
Плоскоокруглая (дисковидная)*	8,85 ± 0,25	11,31 ± 0,29	59,4
Округлая ребристая*	10,50 ± 0,31	10,90 ± 0,28	55,3
Шаровидная (крупноплодная)*	10,14 ± 0,16	10,21 ± 0,17	66,5

* В естественных условиях.

Несмотря на то что прямое сравнение приведенных в таблице значений параметров ягод форм голубики топяной при плантационном выращивании и в естественных условиях невозможно, общие тенденции указывают на перспективность для селекционной работы форм, выделенных в Белорусском Поозерье.

Список литературы

1. Гримашевич, В. В. Голубика (*Vaccinium uliginosum* L.) в Полесье и мероприятия по повышению ее продуктивности: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03 / В. В. Гримашевич. — Минск, 1986. — С. 50–63.
2. Снакина, Т. И. Распространение и формовое разнообразие Западно-Сибирской *Vaccinium uliginosum* L. / Т. И. Снакина // Сборник научных статей, посвященный 50-летию Костромской лесной опытной станции ВНИИЛМ. — Кострома: ВНИИЛМ, 2006. — С. 208–214.
3. Токарев, П. Н. Формовое разнообразие голубики в Карелии / П. Н. Токарев, И. Н. Токарев // Дикорастущие ягодные растения СССР. — Петрозаводск: УОП КФ АН СССР, 1980. — С. 32–35.
4. Волчков, В. Е. Белоплодные голубика и черника в Белоруссии / В. Е. Волчков, В. В. Гримашевич // Достижения и перспективы в области инвентаризации, изучения, рационального освоения и охраны недеревесных лесных ресурсов на территории Европейской части СССР: тезисы докладов научно-производственной конференции, 19–21 августа 1986 г. — Тарту: ЭстНИИЛ-ХОП, 1986. — С. 38–39.
5. Данилов, М. Д. Белоплодная голубика в Марийской АССР / М. Д. Данилов, М. В. Кудрявцева, В. В. Мартыненко // Растительные ресурсы. — 1975. — Т. XI. — Вып. 2. — С. 242–247.
6. Волчков, В. Е. Влияние влажности почвенного субстрата на продуктивность и морфометрические показатели брусники сорта Коралл / В. Е. Волчков, И. В. Маховик // Сб. научных статей, посвященный 50-летию Костромской лесной опытной станции ВНИИЛМ. — Кострома: ВНИИЛМ, 2006. — С. 138–143.

Таксономия голубики секции *Cyanococcus*

Павловский Н. Б.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Ганцевичи, Беларусь,
e-mail: pavlovskiy@tut.by

Резюме. В США в начале XX века были введены в культуру два вида голубики: *V. corymbosum* (г. щитковая) и *V. angustifolium* (г. узколистная), плоды которых пользовались большой популярностью у жителей Северной Америки. На основе сортов, отобранных из естественных популяций этих видов голубики, ученый-растениевод F. Coville вывел ряд сортов-гибридов и создал новую ягодную культуру — голубику высокорослую. В настоящее время селекционировано более 360 сортов голубики, которые классифицированы по высоте растения, морозостойкости, продолжительности холодовой обработки и функциональному назначению на коммерческие группы. Для природно-климатических условий Беларуси представляют интерес сорта трех групп: северной высокорослой, полувисокорослой и низкорослой голубики.

Summary. The most popular species of blueberries among the inhabitants of North America — *V. corymbosum* and *V. angustifolium* were introduced into the culture in the United States at the beginning of XX century. Based on them, the scientist-botanist F. Coville derived a number of varieties-hybrids and created a new berries culture — highbush blueberry. Now more than 360 cultivars of blueberries have been selected, which are classified in plant height, frost hardiness, duration of cold chilling and functionality to commercial groups. For the climatic conditions of Belarus perspective are three groups — the northern tall, half-highbush and lowbush blueberry.

Все виды голубики относятся к роду *Vaccinium* L., подсемейству *Vaccinioideae* Arn. (брусничных), семейству *Ericaceae* Juss. (вересковых) [1]. Раньше брусничные относились к самостоятельному семейству *Vacciniaceae* Lindl [2]. В настоящее время названия этих семейств законсервированы в Международном кодексе ботанической номенклатуры, принятом в 2005 г. в Вене XVII ботаническим конгрессом [3]. Таким образом, брусничные можно относить и к семейству *Ericaceae*, и к семейству *Vacciniaceae* DC. ex Perleb.

Род *Vaccinium* был описан С. Linné в 1753 г. и включал 12 видов. После С. Linné число видов в роде многократно возросло и насчитывает около 500 [1]. Род *Vaccinium*, в свою очередь, подразделяет-

ся на 35 секций [4], пять из которых включают виды, представляющие интерес для интродукции: секция *Vaccinium* Sleumer с известным видом *V. uliginosum* L. — голубика топяная; секция *Vitis-idaea* W. D. J. Koch с видом *V. vitis-idaea* L. — брусника обыкновенная; секция *Myrtillus* Dumort. с видом *V. myrtillus* L. — черника обыкновенная; секция *Oxycoccus* (Hill) W.D. J. Koch, выделяемая некоторыми систематиками в отдельный род *Oxycoccus* Hill [5], с видами *O. palustre* Pers. (= *V. oxycoccus* L.) — клюква болотная и *O. macrocarpon* Aiton — клюква крупноплодная; секция *Cyanococcus* A. Gray, к которой относят большинство культивируемых американских видов голубики. Название секции *Cyanococcus* произошло от греческого *суано* — «синий» и *соссус* — «ягода (округлый)». Голубики секции *Cyanococcus* известны еще и как «кистевидные» голубики, формирующие генеративную кисть.

Вопрос о численности видов секции *Cyanococcus* является дискуссионным и окончательно невыясненным. Так, по мнению Р. М. Eugene и J. R. Ballington [6], в Северной Америке произрастает 13 видов голубики, относящихся к этой секции, а в базе данных сельскохозяйственного департамента США [7] представлено 16 видов голубики, произрастающих в естественных условиях и возделываемых в культуре (табл. 1).

Во «Флоре Северной Америки» [1] к секции *Cyanococcus* отнесено 9 видов: *V. angustifolium* Aiton, *V. boreale* I. V. Hall & Aalders, *V. corymbosum* L., *V. darrowii* Camp, *V. hirsutum* Buckley, *V. myrsinites* Lam., *V. myrtilloides* Michx., *V. pallidum* Aiton и *V. tenellum* Aiton. Остальные виды голубики этой секции, приведенные в базе данных сельскохозяйственного департамента США, отнесены к *V. corymbosum* в качестве синонимов.

Анализ литературных источников показывает, что противоречия, связанные с таксономической классификацией голубики секции *Cyanococcus*, касаются в основном ее высокорослых видов. Ботаниками предлагались разные варианты их систематизации. В 1945 г. W. H. Camp [8] отнес к высокорослой голубике 12 видов: *V. amoenum* Aiton, *V. ashei* Reade, *V. atrococcum* (Gray) Heller, *V. arkansanum* Ashe, *V. australe* Small, *V. caesariense* Mackenzie, *V. constablaei* Gray, *V. corymbosum*, *V. elliottii* Chapman, *V. fuscatum* Aiton,

V. marianum Watson, *V. simulatum* Small. Данная классификация была принята и продолжительное время использовалась многими авторами, а некоторые обращаются к ней и в настоящее время. В 1980-е гг. S. P. Vander Kloet [9; 10] провел морфологические исследования предложенных W. H. Camp таксонов голубики и заключил, что это гибридный полиплоидный комплекс *V. corymbosum* L. ($2n = 24, 48, 72$), и предложил считать 11 приведенных выше названий синонимами данного вида.

Кроме приведенных таксонов на североамериканском континенте в естественных условиях произрастают и другие виды голубики, в том числе *V. uliginosum*, секция *Vaccinium*; *V. arboreum* Marshall (г. древовидная), секция *Batodendron* (Nutt.) A. Gray; *V. geminiflorum* Kunth (г. парноцветковая), *V. membranaceum* Douglas ex Torr (г. перепончатая), *V. ovalifolium* Sm. (г. овальнолиственная), *V. alaskaense* Howell. (г. аляскинская), *V. parvifolium* Sm. (г. мелколистная), секция *Myrtilus*; *V. crassifolium* Andrews (г. толстолистная), секция *Herpothamnus* (Small) Sleumer; *V. ovatum* Pursh (г. яйцевидная), секция *Puxothamnus* (Nuttall) Sleumer; *V. stamineum* L. (г. тычиночная), секция *Polycodium* (Raf.) Rehder [7]. В настоящее время во флоре Северной Америки насчитывается 25 видов рода *Vaccinium* [1]. Из перечисленных выше таксонов голубики в естественных условиях Беларуси произрастает только один вид — голубика топяная.

V. corymbosum L. — голубика щитковая — является одним из основных прародителей культурной голубики высокорослой. Данный таксон естественно произрастает по окраинам верховых болот, в подлеске редких древостоев, образуя заросли на легких кислых минеральных почвах. Ареал голубики щитковой простирается вдоль атлантического побережья Северной Америки от северной части штата Флорида до южных районов штата Мэн, а также Новой Шотландии в Канаде. Северная граница ареала проходит в Канаде в Онтарио в районе Великих озер. Вид возник как аллотетраплоидный гибридный комплекс, в который входит зародышевая плазма других видов голубики. Из-за этого голубика щитковая характеризуется высоким уровнем изменчивости морфологических признаков.

Таблица 1. Перечень видов голубики секции *Suapococcus*, произрастающих в естественных условиях и возделываемых в культуре, представленных в базе данных сельскохозяйственного департамента США [7]

№	Название		Число хромосом
	латинское	русское	
1	2	3	4
1	<i>V. angustifolium</i> Aiton	г. узколистная	2 n = 48
	<i>V. brittonii</i> Porter ex	г. Бриттона	2 n = 48
	<i>V. lamarckii</i> Camp	г. Ламарка	2 n = 48
	<i>V. nigrum</i> (Ailp. Wood) Britton	г. черная	2 n = 48
2	<i>V. boreale</i> Hall & Aalders	г. северная	2 n = 24
3	<i>V. caesariense</i> Mack.	г. густолиственная	2 n = 48
4	<i>V. corymbosum</i> L.	г. щитковая	2 n = 48
	<i>V. constablaei</i> A. Gray	г. констебля	2 n = 72
5	<i>V. darrowii</i> Camp	г. Дарроу	2 n = 24
6	<i>V. elliotii</i> Champ.	г. Эллиотта	2 n = 24
7	<i>V. formosum</i> Andrews	г. красивая	2 n = 48
	<i>V. australe</i> Small	г. южная	2 n = 48
8	<i>V. fuscatum</i> Aiton	г. буроватая	2 n = 48
	<i>V. arcansasum</i> Ashe	г. арканзасская	2 n = 48
	<i>V. atrococcum</i> (A. Gray) A. Heller	г. темноплодная	2 n = 24
9	<i>V. hirsutum</i> Buckley	г. волосистая	2 n = 48
10	<i>Vaccinium</i> × <i>marianum</i> S. Watson (pro sp.)	г. Мária	2 n = 48
11	<i>V. myrtilloides</i> Michx.	г. вельветолистная	2 n = 24
	<i>V. canadense</i> Kalm ex A. Rich.	г. канадская	2 n = 24
12	<i>V. myrsinites</i> Lam.	г. миртолистная	2 n = 48
	<i>V. nitidum</i> Andrews	г. блестящая	2 n = 48

Окончание таблицы 1 ->

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
13	<i>V. pallidum</i> Aiton	г. бледная	2 n = 24
	<i>V. altomontanum</i> Ashe	г. высокогорная	2 n = 48
	<i>V. vacillans</i> Kalm ex Torr.	г. колеблющаяся	2 n = 24
	<i>V. viride</i> Ashe	г. зеленая	2 n = 24
14	<i>V. simulatum</i> Small	г. нагорная высокорослая	2 n = 48
	<i>V. stamineum</i> L. var. <i>sericeum</i> C. Mohr	г. тычиночная	2 n = 24
15	<i>V. tenellum</i> Aiton	г. нежная	2 n = 24
16	<i>V. virgatum</i> Aiton	г. прутьевидная	2 n = 48
	<i>V. amoenum</i> Aiton	г. приятная	2 n = 72
	<i>V. ashei</i> Rehder	г. Эша	2 n = 72
	<i>V. parviflorum</i> A. Gray	г. мелкоцветковая	2 n = 72

Вторым по хозяйственному значению видом голубики в США и первым в Канаде является *V. angustifolium* — голубика узколистная. Данный вид в естественных условиях распространен в Восточной Канаде и на северо-востоке США. Произрастает в редких лесах, на вырубках и гарях, а также на открытых каменистых возвышенностях и болотах. Этот вид постепенно вытесняет *V. mirtylloides* в тех областях, где производится периодическое выжигание растительности. Образует густые заросли, часто занимающие большие участки. Кустарник высотой от 20 до 60 см. Листья блестящие как с верхней, так и с нижней стороны. Ветви неопушенные. Ягоды почти черные со сладко-кисловатым вкусом. Корневая система состоит из многочисленных тонких корней и подземных побегов, с помощью которых голубика разрастается, занимая площади после вырубки древостоя. Характеризуется как морозостойкий вид.

Голубика щитковая и голубика узколистная продуцируют вкусные ягоды, пользующиеся большой популярностью у жителей североамериканского континента, что и явилось основной причиной для их введения в культуру в начале XX в. Первые сорта голубики *Brooks* (*V. corymbosum*) и *Russell* (*V. angustifolium*) бы-

ли отобраны F. Coville как лучшие видовые клоны из естественных популяций. Затем они были скрещены между собой и из полученных гибридных семян выделены сорта *Catawba* и *Redskin*. Следующий сорт *Sooy*, отобранный из естественных популяций *V. angustifolium*, F. Coville скрестил с сортом *Brooks*, а из полученных гибридов отобрал сорта *Cabot*, *Pioneer* и *Katharine*. Эти три культивара и сорт *Rubel*, отобранный из естественных популяций *V. corymbosum* (= *V. australe*), стали основой полученных впоследствии таксонов голубики высокорослой [5]. Так возникла группа сортов голубики высокорослой, пригодная для культивирования в умеренном климате, позднее получившая название «северная высокорослая голубика».

С целью выведения сортов, пригодных для культивирования в регионах с короткими и теплыми зимами, последователи F. Coville в скрещиваниях использовали более теплолюбивые виды *V. darrowii* (г. Дарроу), *V. virgatum* (г. прутьевидная) и др. в итоге возникла группа сортов «южная высокорослая голубика».

Для получения еще более морозостойких сортов, чем северная высокорослая голубика, и менее высокорослых в рекуррентной селекции был использован вид *V. angustifolium*, так возникли полвысокорослые сорта голубики. С целью получения низкорослых растений голубики, способных зимовать под снежным покровом и таким образом переносить суровые зимы, из естественных популяций *V. angustifolium* был селекционирован ряд сортов данного вида.

В южных регионах США культивируют голубику прутьевидную (*V. virgatum*), урожай которой созревает на месяц позже, чем у ранних сортов высокорослой голубики [12].

F. Coville и его последователями было создано множество сортов данной культуры, большинство из которых являются отдаленными гибридами, полученными при скрещивании разных североамериканских видов голубики. Для обозначения высокорослых сортов голубики используется латинское название одного из родительских видов — голубики щитковой (*V. corymbosum*), что не соответствует Международному кодексу ботанической номенклатуры [3]. В связи с чем V. Butkus и K. Pliszka [13; 14] пред-

ложили использовать для обозначения гибридных высокорослых сортов голубики, созданных с участием *V. corymbosum*, таксономическое название *Vaccinium* × *covellianum* But. et Pl. в честь F. Coville — основателя культуры голубики, лично создавшего и внедрившего 15 ее сортов. Но, как показывает анализ литературы, предложенный V. Butkus и K. Pliszka видовой эпитет используется не всеми авторами.

К настоящему времени в мире создано более 360 сортов голубики из секции *Suapococcus*, которые классифицированы по высоте куста, морозостойкости, продолжительности периода покоя и функциональному назначению на группы (табл. 2), называемые в зарубежной литературе коммерческими [5; 6]. Их биологическая характеристика представлена ниже.

Северная высокорослая голубика (Northern highbush blueberry). Сорта данной группы — это листопадные кустарники высотой от 1,5 до 2,5 м, пригодные для выращивания в условиях умеренного климата. Они характеризуются продолжительностью органического покоя от 800 до 1000 часов при среднесуточной температуре воздуха +7°C и ниже. Их морозостойкость находится в пределах –20... –30°C. Северные высокорослые сорта преимущественно самоплодные, но для лучшего плодоношения желательны наличие в насаждении нескольких сортов. Для обозначения сортов данной группы в литературе используется видовой эпитет *corymbosum*, несмотря на то что в данной группе представлены в основном сорта-гибриды, многие из которых содержат гены трех и более видов голубики. Например, сорт *Legasy* содержит 73% генов *V. corymbosum*, 25% — *V. darrovii*, 2% — *V. angustifolium*, а сорт *Sierra* — 50% *V. corymbosum*, 20% *V. darrovii*, 15% *V. ashei*, 13% *V. constablaei* и 2% *V. angustifolium* [15]. Сорта данной группы продуцируют темно-синие ягоды с сизым восковым налетом, только у отдельных современных сортов (*Pink Champagne*, *Pink Lemonade*, *Pink Popcorn*) кожица плодов окрашена в розовый цвет [16]. Диаметр ягоды варьируется в широких пределах: от 10 мм у сорта *Ranococas* до 25 мм у сорта *Chandler*. По сведениям Н. Stewart [17], сорта северной высокорослой голубики являются наиболее широко культивируемыми в мире по сравнению с культиварами других групп голуби-

Таблица 2. Классификация сортов голубики секции *Suamosissus*

Тип голубики	Страна происхождения	Сорт
1	2	3
Высокорослая северная	Австралия	Bluerose, Brigitta Blue, Caroline Blue, Denise Blue, Joy
	Новая Зеландия	Blue Vouou, Blue Moon, Blue Silk, Cipria, Cosmopolitan, Hortblue Poppins, Nui, Puru, Reka, Sky Blue, Sunset Blue
	Польша	Bonifacy, KazPliszka
	Румыния	Augusta, Azur, Compact, Delicia, Lax, Prod, Simultan, Vital, Zafir
		Adams*, Arlen, Ascorba, Ashworth*, Atlantic, Aurora®, Beauford, Berkley, Bluechip, Bluecrop, Bluegold, Bluehaven, Bluejay, Blue Moon, Blueyay, Blue Ribbon®, Bluetta, Bonus, Bounty, Brigitta, Brooks*, Burlington, Cabot, Calypso®, Cara's Choice, Cargo®, Carter*, Catawba, Chandler®, Chanticleer, Chatsworth*, Clockwork®, Collins, Concord, Coville, Crabe 4*, Croatan, Darrow, Dixi, Draper®, Duke, Dunfee*, Earliblue, Echota, Elizabeth, Elliott, Evelyn, Gem, Greenfield, Grover*, Hannah's Choice, Harding*, Hardyblue, Harrison, Herbert, Hildebrand*, Huron®, Ivanhoe, Jam Session, Jersey, June, Katharine, Keweenaw, Laniera, Last Call®, Lateblue, Legacy, Liberty®, Margaret, Meader, Morrow, Nelson, Olympia, Osorno®, Pacific, Patriot, Pemberton, Pink Champagne, Pink Lemonade, Pink Popcorn, Pink Sapphire™, Pioneer, Rancocas, Razz, Redskin, Rubel*, Sam*, Scammell, Sierra, Spartan, Stanley, Sunrise, Sweetheart, Taylor, Top Shelf®, Toro, Valor, Wareham, Washington, Weymouth, Wolcott
	ФРГ	Blauweiss-Goldraube, Blauweiss-Zuckertraube, Heerma, Gretha, Rekord
	Япония	Amatsubu-Boshi (Sweet Star), Eboshi Ao, Hayabaya-Boshi (Early Star), Jinva Ao, Ohtsubu-Boshi (Large Star), Utsugi Ao,

Продолжение таблицы 2 ->

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Высокорослая южная	Новая Зеландия	Island Blue Abundance, Alba, Altair, Angola, Arlen, Avonblue, Azulema, Backyard Blue, Beaufort, Biloxi, Bladen, Bluecrisp, Blue Ridge, Blue Suede, Bobolink, Brooks, Camellia, Cape Fear, Carteret, Chickadee, Columbus, Cooper, Dixieblue, Dolores, DrisBlueOne, DrisBlueTwo, DrisBlueThree, Duplin, Earlibirdblue, Emerald, Farthing, Flicker, Flordabue, Georgia Dawn, Georgiagem, Grover, Gulfcoast, Gupton, Heidi, Jewel, Jubilee, Ka-Bluey, Kestrel, Legasy, Lenoir (Lenore), Lucero, Lucia, Magna, Magnolia, Marimba, Meadowlark, Millennia, Misty, Murphy, New Hanover, O'Neal, Ozarkblue, Palmetto, Paloma, Pamilco, Pearl, Pender, Petite Blue, Primadonna, Raven, Robeson, Rebel, Reveille, Sampson, Santa Fe, San Joaquin, Sevilla, Sipria, Snowchaser, Sunshine Blue, Sapphire, Scintilla, Sensation, Sierra, Sharpblue, Snowchaser, Sooy*, Southern Belle, Southern Splendour, Southmoon, Springhigh, Springwide, Star, Summit, Sunshine Blue, Suzibue, Sweetcrisp, Taylor*, Ventura, Vireo, Windsor
Испания		Alba, Altair, Azulema, Carmen, Celeste, Corona, Dolores, Lucero, Lucia, Magna, Rocio, Romero, Sevilla
Литва		Danute, Freda
Полувисокорослая	США	Chippewa, Cumberland, Friendship, Fundy, Little Crisp, Little Giant, Northblue, Northcountry, Northland, Northsky, Omabue, Polaris, St. Cloud, Superior, Tiny Top, Top Hat
Финляндия		Alvar®, Aino®
Эстония		Are

Окончание таблицы 2

1	2	3
	Беларусь	Мотего, Половчанка, Янка
	Канада	Augusta, Blomidon, Brunswick, Burgundy, Chignecto, Novablue, Ruby Carpet, Top Hat
Низкорослая	США	Russell*, Sooy*
	Финляндия	Arto®, Arne, Aron, Hele, Jorma®, Siro, Sine, Tumma
	ФРГ	Ama, Ascorba, Gila
	Швеция	Emil, Putte
	Латвия	Lielogu, Salaspils Izturiga
	Новая Зеландия	Centra Blue, Dolce Blue, Maru, Ocean Blue, Ono, Sky Blue, Takahe (Blue Dawn), Velluto Blue, Whitu (Blue Magic)
Прутьевидная		Alapaha, Aliceblue, Austin, Baldwin, Beckyblue, Black Giant, Bluebelle, Bluegem, Bonita, Bountiful Blue, Brightwell, Briteblue, Burst®, Callaway, Centra Blue, Centurion, Chaucer, Choice, Clara, Climax, Coastal, Columbus, Cooper, Delite, DeSoto, Early May, Ethel, Florida Rose, Garden Blue, Hagood, Homebell, Ira, Mendito, Montgomery, Myers, Nocturne, Ochlockonee, Onslow, Overtime, Owen, Powderblue, Premier, Prince, Rahi, Robeson, San Joaquin, Savory, Scintilla, Sky Blue, Southland, Suwannee, Tifblue, Titan, Vernon, Walker, Woodart, Yarkin
	Япония	Fuku-bergy
	Новая Зеландия	Hortblue Demure, Hortblue Onyx (Smoothie), Hortblue Petite,
Декоративная	США	Blueberry Glaze, Everblue, Native Blue, Florida 4B, Hagood, Jelly Bean, Johnblue, Kilauea, Morris-1, Morris-2, Morris-3, Morris-4, November Glow, Oleno Yellow, Orna blue, Perpetua, Peach Sorbet, Pink Breez, Pink Icing, Red Button, Summer Sunset, Well's Delight

* Отобран из естественных популяций.

ки. В США сорта северной высокорослой голубики возделывают в штатах Арканзас, Индиана, Нью-Гэмпшир, Мэн, Мичиган, Нью-Джерси, Нью-Йорк, Луизиана, Оклахома, Онтарио, Вашингтон, Вермонт и лишь некоторые сорта — в Канаде (провинции Нью-Брунсуик, Новая Шотландия и Квебек). Кроме США и Канады сорта данной группы возделываются в Австралии, Англии, Беларуси, Бельгии, Голландии, Германии, Греции, Китае, Латвии, Литве, Новой Зеландии, Польше, России, Румынии, Украине, Франции, Чехии и Японии.

Южная высокорослая голубика (Southern highbush blueberry). Сорта этой группы созданы специально для выращивания в регионах с короткими и теплыми зимами, при гибридизации *V. corymbosum* с одним или более видами *V. darrovii*, *V. virgatum* и *V. tenellum*. Для их обозначения в литературе используют эпитет «*corymbosum* hybrid». Растения данной группы — это кустарники высотой 2,0–2,5 м. Их морозостойкость находится в пределах от 0 до -5°C , продолжительность органического покоя — от 150 ч у сорта *Misty* до 800 ч у сорта *Reveille*. Такие растения более устойчивы к высоким температурам в летний период и менее требовательны к эдафическим условиям, чем сорта северной высокорослой голубики. Многие таксоны этой группы сохраняют в зимний период часть листьев [6]. Для лучшего плодоношения и получения более крупных плодов большинству из них необходимо перекрестное опыление. Культивары южной высокорослой голубики более устойчивы к корневой гнили (*Phytophthora*) и увяданию стеблей (*Botryosphaeria*), чем сорта северной высокорослой голубики при возделывании в теплых областях. Кроме США (штаты Калифорния, Флорида, Джорджия, Северная Каролина, Техас) сорта этой группы возделывают в Австралии, Аргентине, Испании, Италии, Китае, Мексике, Новой Зеландии, Португалии, Уругвае, Чили, ЮАР и Японии.

Голубика прутьевидная, или Эша, или «кроличий глаз» (Rabbit-eye blueberry). Данная группа сортов является третьим по хозяйственному значению в США сортом культивируемой голубики. Характерная биоморфологическая особенность сортов прутьевидной голубики — формирование скелетных побегов

из центральной части основания куста. Растения имеют высоту 1–2, реже 3 м. Это высокоурожайные культуры, продуцирующие менее вкусные, но более плотные, с крупными семенами, ягоды, чем у высокорослых сортов голубики. Ягоды диаметром 5–8 мм, от темно-синих до почти черных со слабым восковым налетом. Только плоды сорта *Florida Rose* имеют розовый цвет [18]. Голубика прутьевидная в большей степени подходит для механизированной уборки урожая, который пригоден не только для переработки, но и для реализации в свежем виде. Продолжительность фазы роста и созревания плодов значительно длиннее, чем у голубики высокорослой. В США ранние сорта голубики прутьевидной созревают на месяц позже, чем ранние сорта южной высокорослой. Сохраняемость ягод значительно лучше, чем у других групп. Сорта прутьевидной голубики более засухоустойчивы и менее требовательны к плодородию почвы, чем сорта высокорослой голубики. Их потребность в холодной обработке находится в пределах от 300 ч у сорта *Beckyblue* до 650 ч у сорта *Centurion*. Культивары этой группы чувствительны к температуре воздуха ниже 0°C. Сорта прутьевидной голубики являются гексаплоидами (2n=72). Кроме южных штатов США (Алабама, Арканзас, Флорида, Джорджия, Луизиана, Миссисипи, Северная Каролина, Южная Каролина, Оклахома, Техас) сорта данной группы культивируют в Австралии, Китае, Мексике, Новой Зеландии, Чили, ЮАР и Японии.

Низкорослая голубика (Lowbush blueberry). Основная масса сортов этой группы селекционирована из естественных популяций *V. angustifolium* (*Augusta*, *Blomidon*, *Brunswick*, *Burgundy*, *Little Crisp*, *Top Hat*), часть — из семян данного вида (*Hele*, *Tumma*). Отдельные сорта выделены из дикорастущих популяций *V. pallidum* (*Hillside*). Растения голубики низкорослой — это кустарнички высотой от 20 до 60 см. Небольшой размер позволяет им зимовать под снежным покровом и без ущерба переносить неблагоприятные факторы зимнего периода. Характерной особенностью сортов данной группы является формирование подземных побегов, с помощью которых растения быстро разрастаются и образуют сплошной покров. Культивары этой группы вступают в ста-

дию полного плодоношения раньше, чем высокорослые сорта. Они также быстрее стареют, поэтому для обеспечения регулярного плодоношения периодически проводят омолаживающую обрезку насаждений. Голубика низкорослая продуцирует мелкие сладко-кисловатые ягоды с черной кожицей почти без воскового налета и мякотью гранатового цвета. Потребность в холодной обработке составляет от 1000 до 1200 ч. Голубика низкорослая характеризуются высокой морозостойкостью (-30°C). Сорта этой группы — тетраплоиды ($2n = 48$) и используются для скрещиваний с голубикой щитковой с целью получения морозостойких гибридов. Низкорослая голубика возделывается на северо-востоке США (Коннектикут, Делавэр, Иллинойс, Индиана, Айова, Мэн, Массачусетс, Мэриленд, Мичиган, Миннесота, Нью-Гэмпшир, Нью-Джерси, Нью-Йорк, Северная Каролина, Огайо, Пенсильвания, Род-Айленд, Теннесси, Висконсин, Вирджиния, Вермонт, Западная Вирджиния), на юго-востоке Канады (провинции Нью-Брунсуик, Ньюфаундленд, Новая Шотландия, Онтарио, Остров Принца Эдварда, Квебек, Манитоба), а также в Беларуси, Китае, России, Швеции, Финляндии и Эстонии.

Полувысокорослая голубика (Half-highbush blueberry). Почти все сорта данной группы являются межвидовыми гибридами высокорослых таксонов голубики и низкорослого вида *V. angustifolium*. Финские сорта *Arne* и *Aron* получены от скрещивания сорта северной высокорослой голубики *Rancocas* и *V. uliginosum* [19]. Это в основном тетраплоиды ($2n = 48$). Для обозначения сортов данной группы в литературе используют название *Vaccinium corymbosum* × *V. angustifolium*. Полувысокорослые сорта были специально созданы для получения морозостойких растений на уровне *V. angustifolium*, но более высокорослых, чем данный вид, и в то же время более урожайных, с плодами, как у *V. corymbosum*. Это кустарники высотой от 0,9 до 1,5 м, продуцируют темно-синие ягоды со слабым восковым налетом. Диаметр плода варьируется от 10 (*Northcountry*) до 18 мм (*Northblue*). Вкус плодов от сладких у сорта *Northcountry* до кисло-сладких у сорта *Northblue*. Некоторые сорта этой группы (*Northblue*, *Polaris*, *St. Cloud*) лучше плодоносят при перекрестном опылении [17]. Морозостойкость

растений составляет $-25... -30^{\circ}\text{C}$, продолжительность органического покоя — более 800 ч. Ветви многих культиваров гибнут под тяжестью снега и так зимуют. Полувысокорослые сорта голубики возделывают в США (штаты Арканзас, Индиана, Нью-Гэмпшир, Мэн, Мичиган, Нью-Джерси, Нью-Йорк, Луизиана, Оклахома, округ Онтарио, Вашингтон, Вермонт), Канаде (провинции Нью-Брунсвик, Новая Шотландия и Квебек), а также в Беларуси, Германии, Китае, Латвии, Литве, России, Финляндии, Швеции, Эстонии и Японии.

Следует отметить, что при анализе литературных данных, касающихся систематизации сортов голубики и их биологической характеристики, встречались некоторые несоответствия в классификации культиваров по коммерческим группам. Например, сорта *Arlen*, *Legacy*, *Ozarkblue* некоторые авторы [6] относят к группе северной высокорослой голубики, другие же исследователи [15] — к южной. Это объясняется тем, что содержащиеся в каждой из этих групп культивары значительно различаются между собой по зимостойкости и другим биологическим характеристикам и их разделение на коммерческие группы является в некоторой степени условным и обусловлено главным образом практическим удобством.

Заключение

Среди исследователей нет единого мнения о численности таксонов голубики секции *Suapococcus*, произрастающих на североамериканском континенте. Современное представление об объеме секции изложено во «Флоре Северной Америки» [1]. Наиболее популярные у жителей Северной Америки виды голубики — *V. corymbosum* (г. щитковая) и *V. angustifolium* (г. узколистная) были введены в культуру США в начале XX в. На их основе ученый-растениевод F. Coville вывел ряд сортов-гибридов и создал новую ягодную культуру — голубику высокорослую. В настоящее время известно более 360 культиваров голубики, которые классифицированы по высоте растения, морозостойкости, продолжительности холодной обработки и функциональному назначе-

нию на коммерческие группы. Интродукционные испытания и практический опыт культивирования разных сортов голубики в Беларуси показали, что для природно-климатических условий республики представляют интерес сорта трех групп: северной высокорослой, полувисокорослой и низкорослой голубики.

Список литературы

1. Tucker, G. C. *Ericaceae* Jussiu / G. C. Tucker // *Flora of North America*, vol. 8. — New York: Oxford University Press, 2009. — P. 370–536. [Electronic resource]. — 2008. — Mode of access: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=10316. — Date of access: 31.01.2013.
2. Некрасова В. Л. Сем. CXXIV. Брусничные — *Vacciniaceae* Lindl. / В. Л. Некрасова // *Флора СССР* / В. Л. Некрасова. — Т. 18. — М. — Л.: Изд-во АН СССР, 1952. — С. 93–104.
3. International Code of Botanical Nomenclature (Vienna Code) / J. McNeill (Chair.) // Adopted by Seventeenth International Botanical Congress, Vienna, Austria, July 2005, — [Electronic resource]. — Admin Matus Kempa — posledna zmena 21 aprila 2011. — Mode of access: <http://ibot.sav.sk/icbn/frameset/Contents.htm>. — Date of access: 31.01.2013.
4. Plant Gene Recources of Canada / Agriculture and Agri-Food Canada [Electronic resource]. — 2010. — Mode of access: <http://pgrc3.agr.ca/cgi-bin/npgs/html/family.pl?1749>. — Date of access: 31.01.2013.
5. Gough, R. E. *The Highbush Blueberry and Its Management* / R. E. Gough. — New York, London, Norwood (Australia): Food products Press An Imprint of The Haworth Press, Inc., 1994. — 262 p.
6. Lyrene, P. M. *Varieties and Their Characteristics* / P. M. Lyrene, J. R. Ballington // *Blueberries For Growers, Gardeners, Promoters / Editors N. F. Childers and P. M. Lyrene*. — Florida, Gainesville, E. O. Printer Printing Company, Inc., 2006. — P. 26–37.
7. Classification for Kingdom Plantae Down to Genus *Vaccinium* L. // Natural Resources Conservation Service [Electronic resource]. — United States Department of Agriculture. — USA.gov is the U. S. government's official web portal. — Mode of access: <http://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=profile&symbol=VACCI&display=63>. — Date of access: 20.01.2013.
8. Camp, W. H. *The North American blueberries with notes on the other groups of Vacciniaceae* / W. H. Camp // *Brittonia*. — 1945. — № 5. — P. 203–275.

9. Vander Kloet, S. P. The taxonomy of the highbush blueberry *Vaccinium corymbosum* / S. P. Vander Kloet // Can. J. Bot. — 1980. — Vol. 58. — P. 1187–1201.
10. Vander Kloet, S. P. The genus *Vaccinium* in North America / S. P. Vander Kloet // Agriculture Canada. Publication 1828. Ottawa: Research Branch. — 1988. — 201 p.
11. Шумейкер, Дж. Ш. Культура голубики / Дж. Ш. Шумейкер // Культура ягодных растений и винограда / Перевод с англ. Н. А. Емельяновой [и др.]; под общей ред. проф. З. А. Метлицкого и проф. А. М. Негруля М.: Издат. Иностранной литературы, 1958. — С. 296–347.
12. Lyrene, P. M. Blueberry Breeding / P. M. Lyrene, J. N. Moore // Blueberries For Growers, Gardeners, Promoters / Editors N. F. Childers and P. M. Lyrene. — Florida, Gainesville, E. O. Printer Printing Company, Inc., 2006. — P. 38–48.
13. Butkus, V. The highbush blueberry — a new cultivated species / V. Butkus, K. Pliszka // Acta Hort. — 1993. — Vol. 346. — P. 81–85
14. Butkus, V. Taxonomy of the cultivated highbush blueberry / V. Butkus, K. Pliszka // Problems of Rational Utilization and Reproduction of Berry Plants in Boreal Forests on the eve of the XXI Century: Proceeding of the Internat. Conf. Glubokoe-Gomel, Belarus 11–15 Sept. 2000 / Forest Institute of the NAS of Belarus; V. E. Volchkov. — Glubokoe, Gomel, 2000. — P. 117–120.
15. Hancock, J. Hodowla borowki wysokiej i polwysokiej w Ameryce Polnocnej / J. Hancock, D. Wildung // Uprawa borowki i zuraviny, Skierniewice 22–23 czerwca 1999 r. / Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa, Skierniewice: P.P.H.U. «Graf-Sad» S.C., 1999. — S. 5–11.
16. Williams, G. Novel Blueberry Cultivars from the U.S.D.A. / G. Williams, P. Williams // Hortideas, October 2012. — Vol. 29 (10).
17. Five Types of Blueberry Plants and Their Characteristics / H. Stewart // EzineArticles. — [Electronic resource]. — 2011. — Mode of access: <http://ezinearticles.com/?Five-Types-of-Blueberry-Plants-and-Their-Characteristics&id=6160367>. — Date of access: 21.01.2013.
18. Blueberry Cultivars and Selections // NCGR-Corvallis: *Vaccinium* Catalog [Electronic resource]. — United States Department of Agriculture. — Last Modified: 2013. — <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/53581500/catalogs/vacblue>. — Date of access: 02.02.2013.
19. Lehmushovi, A. Highbush blueberries in Finland / A. Lehmushovi // International Conference: Wild Berry Culture: An exchange of Western and Eastern Experiences, Tartu, 10–13 August, 1998 / Metsaduslikud uurimused XXX. — Tartu, 1998. — P. 102–107.

Видовое разнообразие и структура доминирования вредной энтомофауны в насаждениях голубики высокорослой в Беларуси

Плескацевич Р. И., Мелешко Н. И.

Институт защиты растений, аг. Прилуки, Минский район, Беларусь

Резюме. Представлены результаты энтомологических обследований насаждений голубики высокой в Беларуси. Предварительно установлено, что видовой состав фитофагов представлен 28 видами из 13 семейств 5 отрядов, среди которых самым многочисленным является отряд бабочек (17 видов).

Summary. The results of entomological inspections on high bog bilberry plantations in Belarus are presented. It is preliminarily determined that the phytophages specific composition is represented by 28 species from 13 families of 5 orders among which the most numerous are Butterflies (Lepidoptera).

Введение

Культура голубики высокой (*Vaccinium corymbosum* L.) успешно интродуцирована в Беларусь в 1980-е гг., также освоены технологии ее размножения и выращивания. Наиболее актуальной в настоящее время остается проблема защиты насаждений от вредных организмов.

Многолетнее выращивание голубики высокой, агроценозы которой могут существовать более 30 лет, создает оптимальные условия для формирования стабильного комплекса вредителей. По данным С. В. Буги, видовой состав фитофагов голубики высокой выделяется своим разнообразием и невысокой специфичностью, в целом он более других схож с энтомоценозом традиционных плодово-ягодных культур [1; 2]. В связи с расширением в республике площадей под данную культуру возникла необходи-

мость более детального изучения фитофагов, их распространности и вредоносности.

Целью наших исследований являлось определение видового состава и структуры доминирования фитофагов в насаждениях голубики высокой.

Методика исследований

Исследования по уточнению видового состава вредителей и структуры доминирования проводились путем маршрутных обследований насаждений голубики высокой в государственных и фермерских хозяйствах республики в 2013–2015 гг. Всего было обследовано 16 хозяйств, в том числе: шесть — в Минской, семь — в Брестской и по одному — в Гродненской, Гомельской и Витебской областях; при этом общая площадь обследованных посадок составила 285,2 га.

Оценка фитосанитарной ситуации осуществлялась четырехкратно за сезон: первое обследование — в период от распускания почек до цветения, второе — в период цветения до начала роста ягод; третье — в период созревания ягод, четвертое — после сбора ягод. Для уточнения видовой принадлежности вредителей использовали определители, справочники и атласы насекомых сельскохозяйственных, плодово-ягодных и лесных культур [3–8].

Результаты исследований

На основании мониторинга фитосанитарной ситуации насаждений голубики высокой уточнен комплекс фитофагов, встречающихся на данной ягодной культуре. Установлено, что видовой состав вредителей представлен 28 видами из 13 семейств 5 отрядов. Самый многочисленный отряд — бабочек (*Lepidoptera*) — 17 видов (см. таблицу). В годы исследований заселенность различными видами чешуекрылых составила от 5,0 до 78,0% при численности гусениц от 0,1 до 3 на 2 м ветвей. Самыми вредоносными являлись боярышница, зимняя пяденица, кольчатый шелкопряд.

Таблица. Видовое разнообразие и структура доминирования вредной энтомофауны в насаждениях голубики высокой (маршрутные обследования, 2013–2015 гг.)

Вредный объект	Частота встречаемости
1	2
Класс насекомых (<i>Insecta</i>)	
Отряд равнокрылых хоботных (<i>Homoptera</i>)	
Голубичная тля (<i>Aphis vaccinii</i> (Born.))	+
Бобовая (свекловичная) тля (<i>Aphis fabae</i> Scop.)	+++
Подотряд червцов, или Кокциды (<i>Coccinea</i>)	
Семейство ложнощитовок (<i>Coccidae</i>)	
Акациевая ложнощитовка (<i>Eulecanium corni</i> Bouche)	+
Семейство щитовок (<i>Diaspididae</i>)	
Щитовка яблонная запятовидная (<i>Lepidosaphes ulmi</i> L.)	+
Отряд жуков, или Жесткокрылые (<i>Coleoptera</i>)	
Семейство пластинчатосухих (<i>Scarabaeidae</i>)	
Майский хрущ (<i>Melolontha melolontha</i> L.)	++
Июньский хрущ (<i>Amphimallon solstitialis</i> L.)	++
Садовый хрущик (<i>Phyllopertha horticola</i> L.)	++
Бронзовка золотистая (<i>Cetonia aurata</i>)	+
Семейство долгоносиков (<i>Curculionidae</i>)	
Долгоносик листовой продолговатый (<i>Phyllobius oblongus</i> L.)	+
Семейство щелкунов (<i>Elateridae</i>)	
Щелкун посевной (<i>Agriotes sputator</i> L.) и др.	+
Отряд бабочек (<i>Lepidoptera</i>)	
Семейство листоверток (<i>Tortricidae</i>)	
Листовертка розанная (<i>Archips rosana</i> L.)	++
Всеядная листовертка (<i>Cacoecia podana</i> Sc.)	++
Брусничная листовертка (<i>Rhopobota naevana</i> Hubn.)	++
Березолистная листовертка (<i>Larentia hastata</i> L.)	+
Сетчатая листовертка (<i>Adoxophyes orana</i> Fr.)	++

Окончание таблицы

1	2
Семейство белянок (<i>Pieridae</i>)	
Боярышница (<i>Aporia crataegi</i> L.)	++
Семейство волнянок (<i>Orgyidae</i>)	
Златогузка (<i>Eupracticus chrysoorrhoea</i> L.)	+
Непарный шелкопряд (<i>Osneria dispar</i> L.)	++
Волнянка античная (кистехвост обыкновенный — <i>Orgyia antiqua</i> L.)	+
Семейство коконопрядов (<i>Lasiocampidae</i>)	
Кольчатый шелкопряд (<i>Malacosoma neustria</i> L.)	++
Пушистый шелкопряд (<i>Eriogaster lanestris</i> L.)	+
Семейство пядениц (<i>Geometridae</i>)	
Пяденица зимняя (<i>Operophtera brumata</i> L.)	+++
Вересковая пяденица (<i>Ematurga atomaria</i> L.)	+
Березовая пяденица (<i>Amphidasis betularia</i> L.)	+
Семейство совок (<i>Noctuidae</i>)	
Темно-серая ранняя совка (<i>Taenioctampa gracilis</i> L.)	+
Семейство мешочниц (<i>Psychidae</i>)	
<i>Sterrhopteryx</i> spp.	+
Отряд перепончатокрылых (<i>Hymenoptera</i>)	
Семейство настоящих пилильчиков (<i>Tenthredinidae</i>)	
Вишнёвый бледноногий пилильщик (<i>Cladius pallipes</i> Lep.)	+
Отряд двукрылых (<i>Diptera</i>)	
Семейство галлиц (<i>Cecidomyiidae</i>)	
Листовая галлица голубики (<i>Dasyneura vaccini</i>)	+

Примечание:

+ — встречается редко — до 10% обследованных площадей; ++ — встречается часто на 11–50% обследованных площадей; +++ — встречаемость выше 50%.

Отряд жуков (*Coleoptera*) включает три семейства, из которых наиболее широко представлены пластинчатоусые — четыре вида. Личинки майского и июньского хрущей, подгрызая корни, сильно вредят молодым насаждениям. Жуки садового хрущика повреждают листья, бутоны, заселенность кустов которыми составляла от 3,0 до 25,0 % при поврежденной листве до 7,0 %. Бронзовка золотистая встречалась единично.

Отряд равнокрылых хоботных (*Homoptera*) представлен двумя видами тлей: бобовой и голубичной, и двумя видами кокцид: яблонной запятовидной щитовкой и акациевой ложнощитовкой. Из числа редко встречающихся на плодово-ягодных культурах видов вредителей на голубике высокой выявлены представители семейства психид, так называемые мешочницы.

Выводы

Анализ энтомокомплекса в агроценозах голубики высокой показал, что преобладающей по числу видов группой являются чешуекрылые насекомые. Они же имеют наибольшее хозяйственное значение, нанося вред молодым побегам, листьям, бутонам, цветкам и ягодам голубики.

Большинство вредителей являются полифагами — 85,7%. Относительно специализированные фитофаги семейства брусничных (14,3%) представлены единичными видами: *Aphis vaccinii*, *Dasyneura vaccini*, *Rhopobota naevana*, *Ematurga atomaria*.

Список литературы

1. Буга, С. В. Особенности формирования фитофагов-вредителей интродуцированных ягодных брусничных культур при плантационном возделывании в условиях Беларуси / С. В. Буга // Актуальные проблемы фитовирусологии и защиты растений: Материалы науч. конф., посвящ. 85-летию А. Л. Амбросова. — Минск, 1997. — С. 157–158.
2. Буга, С. В. Комплексы тлей — вредителей плодово-ягодных растений: современная структура и тенденции изменения состава и вредонос-

- ности на Беларуси / С. В. Буга // Интегрированная защита растений: стратегия и тактика = Integrated plant protection: strategy and tactics: Мат. междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 5–8 июля 2011 г.) / Науч. практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Инст-т защиты растений, редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.] — Несвиж, 2011. — С. 853–857.
3. Васильев, В. П. Вредители плодовых культур/ В. П. Васильев, И. З. Лившиц. — М.: Колос, 1984. — 399 с.
 4. Определитель вредных и полезных насекомых и клещей плодовых и ягодных культур в СССР / В. С. Великань [и др.]; сост. Л. М. Копанёва. — Л.: Колос. Ленингр. отд-ие, 1984. — 288 с.
 5. Гусев, В. И. Определитель повреждений лесных и декоративных деревьев и кустарников европейской части СССР/ В. И. Гусев, М. Н. Римский-Корсаков. — изд. 2-ое, исп. и доп. — Л.: Гослестехиздат, 1940. — 587 с.
 6. Определитель сельскохозяйственных вредителей по повреждениям культурных растений. Под ред. д-ра с.-х. наук, проф. Г. Е. Осмоловского. Л.: Колос (Ленингр. отд-ние), 1976. — 696 с.
 7. Савковский, П. П. Атлас вредителей плодовых и ягодных культур/ П. П. Савковский. — 4-е изд., доп. и перераб. — Киев: Урожай, 1983. — 204 с.
 8. Справочник вредителей плодовых и ягодных культур / Э. М. Хотько [и др.]. — Минск: Белорусская энциклопедия, 2005. — 261 с.

Биохимический состав плодов новых интродуцированных сортов голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum*) в условиях Беларуси

Рупасова Ж. А., Павловский Н. Б., Василевская Т. И.,
Криницкая Н. Б., Павловская А. Г., Курлович Т. В.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь,
e-mail: j.rupasova@cbg.org.by

Резюме. Представлены результаты сравнительной оценки биохимического состава плодов новых интродуцированных в Беларуси сортов голубики высокорослой.

Summary. The results of a comparative assessment of the biochemical composition of the fruits of the new highbush blueberry cultivars introduced in Belarus are presented.

Введение

В связи с появлением в коллекционном фонде Центрального ботанического сада НАН Беларуси ряда новых, успешно интродуцированных сортов *Vaccinium corymbosum* в 2015–2016 гг. был проведен сравнительный мониторинг содержания в их плодах наиболее ценных в физиологическом плане соединений разной химической природы, позволивший выявить сорта, более перспективные для районирования и селекции по богатству биохимического состава плодов.

Объекты и методы исследований

Исследования оценки биохимического состава плодов выполнены в лаборатории химии растений ЦБС НАН Беларуси. Ягоды

голубики высокорослой выращены в коллекционных насаждениях лаборатории интродукции и технологии ягодных растений в Ганцевичском районе Брестской области, находящейся на территории центральной агроклиматической зоны Беларуси в местах распространения легких песчаных дерново-подзолистых почв и осушенных верховых торфяников. Погодные условия в годы наблюдений характеризовались повышенным температурным фоном и относительно благоприятным режимом выпадения атмосферных осадков в течение сезона.

В качестве объектов исследований были выбраны девять сортов *V. corymbosum* — *Bluecrop (st)*, *Bluejay*, *Nui*, *Puru*, *Spartan*, *Sunrise*, *Toro*, *Brigitta Blue* и *Elliott*. При проведении биохимического скрининга в качестве эталона сравнения был принят районированный в Беларуси среднеспелый сорт *Bluecrop*. Сравнительную оценку биохимического состава плодов осуществляли по широкому спектру показателей с использованием распространенных методов получения аналитической информации [2–8; 10]. Для выявления сортов голубики с наиболее высоким интегральным уровнем питательной и витаминной ценности плодов по совокупности анализируемых признаков применяли защищенный патентом собственный способ ранжирования растений [9].

Результаты и их обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что содержание сухих веществ в плодах новых интродуцированных сортов голубики варьировалось в таксономическом ряду в пределах 13,4–17,0%. При этом содержание органических кислот изменялось в диапазонах значений, составлявших в сухом веществе для титруемых кислот (в пересчете на лимонную) 3,5–11,6%, для аскорбиновой и гидроксикоричных кислот — соответственно 248,7–357,9 и 733,7–1141,8 мг%. Плоды исследуемых таксонов *V. corymbosum* отличались высоким содержанием углеводов, в первую очередь растворимых сахаров, суммарный состав которых в сухой массе варьировался в диапазоне 45,3–59,3% при значениях сахарокислотного индекса 6,3–15,1 и содержании пекти-

новых веществ 4,2–6,4%. В плодах новых сортов *V. corymbosum* отмечалось высокое содержание биофлавоноидов, изменявшееся в таксономическом ряду в диапазоне от 9840,1 мг% у сорта *Toro* до 17 185,1 мг% у сорта *Elliott*, при расхождении крайних позиций в 1,7 раза, что было сопоставимо с нашими данными для других сортов на мелиорированных землях и торфяных выработках Беларуси [1]. Доминирующее положение в составе биофлавоноидного комплекса плодов всех исследуемых сортов голубики принадлежало антоциановым пигментам, общая доля которых в нем при содержании 7297,3–14 254,5 мг% достигала 74–83%. Превалирующей группой данных соединений являлись собственно антоцианы, содержание которых, составлявшее 4506,7–9150,0 мг%, превосходило таковое лейкоантоцианов в 1,4–1,9 раза. Долевое участие флавонолов в биофлавоноидном комплексе плодов новых сортов голубики составляло 12–16% при содержании 1510,9–2014,1 мг%, а катехинов не превышало 5–10% при содержании 797,3–1126,7 мг%. Содержание дубильных веществ при этом изменялось в таксономическом ряду от 1,77 до 2,58% сухой массы.

В биохимическом составе плодов тестируемых сортов голубики были установлены весьма выразительные различия со стандартным районированным сортом *Bluecrop* (табл. 1). При этом в большинстве случаев не было выявлено достоверных различий в содержании сухих веществ, и только у сортов *Bluejay*, *Puru* и *Elliott* оно оказалось на 16–23% выше. Новые интродуцированные сорта в основном уступали сорту *Bluecrop* в накоплении в плодах свободных органических кислот на 7–43% при наибольших различиях у сорта *Puru*. Преимущественное отставание новых интродуцентов от сорта *Bluecrop* установлено также для содержания в плодах аскорбиновой и гидроксикоричных кислот — соответственно на 4–22 и 3–30%.

Как видим, большинство тестируемых таксонов голубики характеризовалось меньшим, чем у сорта *Bluecrop*, накоплением в плодах ряда органических кислот, но вместе с тем они оказались богаче углеводами, в том числе растворимыми сахарами, на 6–25% и пектиновыми веществами на 12–28%. Более высокое, чем у районированного сорта, содержание растворимых саха-

ров у тестируемых сортов в сочетании с меньшим количеством титруемых кислот обусловило существенно лучшие, чем у него, органолептические свойства плодов, подтверждаемые превышением значений их сахарокислотного индекса на 6–96%. При этом различия тестируемых сортов голубики с сортом *Bluecrop* по содержанию в плодах биофлавоноидов имели неоднозначный характер. Так, у сортов *Nui*, *Bluejay*, *Sunrise* и *Elliott* оно оказалось выше на 3–47%, тогда как в остальных случаях, напротив, ниже на 8–16%. При этом сорт *Spartan* обладал сходным с ним содержанием данных соединений (см. табл. 1). Выявленные различия в основном были обусловлены аналогичными, но более выразительными расхождениями в содержании в плодах доминирующей группы Р-витаминов — антоциановых пигментов. При этом для катехинов, как и для дубильных веществ, во всех или в большинстве случаев был показан соответственно на 5–29 и 14–31% более низкий, чем у сорта *Bluecrop*, уровень накопления, тогда как для флавонолов, напротив, либо на 5–24% более высокий (сорта *Spartan*, *Sunrise*, *Brigitta Blue* и *Elliott*), либо сопоставимый с ним.

На основании результатов биохимического скрининга новых интродуцированных сортов *V. corymbosum* были выявлены объекты с наибольшими и, соответственно, наименьшими показателями биохимического состава плодов. С целью выявления среди них наиболее перспективных для практического использования по уровню питательной и витаминной ценности плодов был применен методический прием, основанный на сопоставлении у тестируемых объектов относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных положительных и отрицательных отклонений от эталонных значений количественных характеристик плодов [9]. Представленные в таблице 2 данные, характеризующие направленность и степень выразительности различий с районированным сортом *Bluecrop* в биохимическом составе плодов новых интродуцированных сортов голубики по 14 показателям, свидетельствуют о наличии заметных генотипических различий в этом плане, что указывает на несопоставимость питательной и витаминной ценности их плодов. При этом амплитуда относительных величин выявленных различий тестируемых сортов голубики с со-

ртом *Bluecrop* по совокупности анализируемых признаков, указывающая на степень их проявления, независимо от ориентации, варьировалась в таксономическом ряду в весьма широком диапазоне значений от 128,9 % у сорта *Spartan* до 477,5 % у сорта *Elliott*.

Таблица 1. Относительные различия интродуцированных сортов *Vaccinium corymbosum* с районированным сортом *Bluecrop* по характеристикам биохимического состава ягодной продукции, % (по двухлетним данным)

Показатель	<i>Bluejay</i>	<i>Nui</i>	<i>Puru</i>	<i>Spartan</i>	<i>Sunrise</i>	<i>Toro</i>	<i>Brigitta Blue</i>	<i>Elliott</i>
Сухие вещества	+18,8	–	+23,2	–	–	–	–	+15,9
Своб. органич. кислоты	–36,1	–18,0	–42,6	–6,6	–37,7	+34,4	+18,0	+90,2
Аскорбиновая кислота	–	+12,8	–4,3	–	–9,8	–4,7	–15,9	–21,6
Гидроксикор. кислоты	–29,9	–5,0	–3,0	–17,1	–20,4	–17,1	–	+9,1
Растворимые сахара	–4,2	–	+5,7	+12,1	+20,5	+7,8	+25,4	+9,3
Сахарокислотн. индекс	+49,4	+20,8	+83,1	+20,8	+96,1	–18,2	+6,5	–41,6
Пектиновые вещества	+14,0	+16,0	+16,0	–16,0	+22,0	–	+12,0	+28,0
Собственно антоцианы	+18,8	+9,2	–5,1	–	+31,3	–14,0	–3,3	+74,6
Лейкоантоцианы	–	+6,7	–27,9	–	+31,5	–24,7	–17,8	+37,8
Антоциан. пигменты	+10,5	+8,1	–14,5	–	+31,4	–18,4	–9,3	+59,4
Катехины	–12,3	–29,2	–24,6	–20,0	–4,6	–14,6	–14,6	–18,7
Флавонолы	–	–6,7	–	+5,7	+14,8	–	+4,9	+24,3
Биофлавоноиды	+6,6	+2,5	–13,3	–	+25,6	–15,8	–7,9	+47,0
Дубильные вещества	–23,3	–18,6	–31,4	–30,6	–	–14,0	–21,7	–

Прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с эталонным (стандартным) сортом при $p < 0,05$

Таблица 2. Относительные размеры, амплитуды и соотношения разноориентированных различий в биохимическом составе плодов новых интродуцированных сортов *V. corymbosum* с районированным сортом *Bluecrop*, %

Сорт	Относительные различия, %			
	положит.	отрицат.	амплитуда	положит./отрицат.
<i>Bluejay</i>	118,1	105,8	223,9	1,1
<i>Nui</i>	76,1	77,5	153,6	1,0
<i>Puru</i>	128,0	166,7	294,7	0,8
<i>Spartan</i>	38,6	90,3	128,9	0,4
<i>Sunrise</i>	273,2	72,5	345,7	3,8
<i>Toro</i>	42,2	141,5	183,7	0,3
<i>Brigitta Blue</i>	66,8	90,5	157,3	0,7
<i>Elliott</i>	395,6	81,9	477,5	4,8

Вместе с тем кратный размер соотношения относительных величин совокупностей положительных и отрицательных различий с ним в биохимическом составе плодов, являвшийся оценочным критерием степени преимуществ каждого тестируемого объекта относительно других сравниваемых с ним сортов голубики в биохимическом составе плодов в целом, варьировался в таксономическом ряду в диапазоне значений от 0,3 у сорта *Toro* до 4,8 у сорта *Elliott*. На основании сопоставления значений данного признака у тестируемых объектов было проведено их ранжирование в пределах таксономического ряда по интегральному уровню питательной и витаминной ценности плодов, позволившее расположить их по мере его снижения в данной последовательности:

Elliott > *Sunrise* > *Bluejay* > *Nui* = ***Bluecrop*** > *Puru* > *Brigitta Blue* > *Spartan* > *Toro*

Как видим, лидирующее положение в приведенном ряду занимал сорт *Elliott*. Наименее же привлекательными в этом плане среди новых тестируемых сортов голубики оказались сорта *Spartan* и *Toro*, уступавшие лидирующему сорту *Elliott* по богатству биохимического состава плодов соответственно в 12 и 16 раз.

Список литературы

1. Голубика высокорослая. Оценка адаптационного потенциала при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.]; под ред. В. И. Парфенова. — Минск: Беларус. навука, 2007. — 442 с.
2. Марсов, Н. Г. Фитохимическое изучение и биологическая активность брусники, клюквы и черники: дис. ... канд. фармацевт. наук. — Пермь, 2006. — 200 с.
3. Методика определения антоцианов в плодах аронии черноплодной / В. Ю. Андреев [и др.] // Фармация. — 2013. — № 3. — С. 19–21.
4. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Ленинград, 1987. — 430 с.
5. Методы определения сухих веществ: ГОСТ 8756.2–82. — Введ. 01.01.1983. — М.: Изд-во стандартов, 1982. — 5 с.
6. Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье // Государственная фармакопея СССР. — М.: Медицина, 1987. — Вып. 1: Общие методы анализа. — С. 286–287.
7. Плешков, Б. П. Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. — М.: Колос, 1985. — С. 110–112.
8. Скорикова, Ю. Г. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах / Ю. Г. Скорикова, Э. А. Шафтан // Тр. 3-го Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. — Свердловск, 1968. — С. 451–461.
9. Способ ранжирования таксонов растения: пат. № 17648 Респ. Беларусь: МПК / Ж. А. Рупасова, В. Н. Решетников, А. П. Яковлев; дата публ.: 08.07.2013.
10. Swain, T. The phenolic constituents of *Prunus Domenstica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents / T. Swain, W. Hillis // J. Sci. Food Agric. — 1959. — Vol. 10, № 1. — P. 63–68.

Изучение состава сока и масла ягод голубики методом ЯМР

Скаковский Е. Д.¹, Тычинская Л. Ю.¹, Решетников В. Н.²,
Деева А. М.², Шутова А. Г.²

¹ Институт физико-органической химии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь,
e-mail: sed@ifoch.bas-net.by

² Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь,
e-mail: A.Shutova@cbg.org.by

Голубика (*Vaccinium corymbosum* L. и *Vaccinium uliginosum* L.) — ценное пищевое и лекарственное растение [1], продемонстрировавшее высокий адаптационный потенциал при интродукции в условиях Беларуси, что послужило предпосылкой для введения его в промышленную культуру. Растение обладает противогипотензивным, гипотензивным, кардиотоническим, желчегонным, мочегонным, противосклеротическим и противовоспалительным действием [2].

В ягодах голубики содержатся витамины, аминокислоты, фенольные соединения, микроэлементы, углеводы и органические кислоты, количество которых определяют различными физико-химическими методами. В состав семян входят масла с большим содержанием ненасыщенных жирных кислот. Методом ВЭЖХ установлено, что среди свободных сахаров доминирует фруктоза, в меньших количествах присутствует глюкоза, а еще меньше — сахароза [3; 4].

Из органических кислот в состав ягод входят лимонная, яблочная и щавелевая, при этом по количеству преобладает лимонная кислота [5]. Семена голубики богаты маслом (28,6–32,2%) [5]. Применение газовой хроматографии позволило идентифицировать жирнокислотный состав триацилглицеридов. В их составе пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, арахидо-

новая, γ -линоленовая, эйкозеновая и α -линоленовые кислоты [6] с максимальным содержанием линолевой кислоты.

Состав органических соединений сока и масла семян голубики был установлен главным образом методами хроматографии. Однако было также показано, что метод ЯМР высокого разрешения может успешно использоваться для оценки состава масел [6] и соков [7], поскольку обладает высокой чувствительностью, экспрессностью и информативностью.

Цель настоящей работы — сравнительный анализ состава сока и масла семян ягод лесной и интродуцированных сортов голубики методом ^1H и ^{13}C ЯМР-спектроскопии.

Ягоды лесной голубики были собраны в окрестностях городов Молодечно, Старые Дороги, Узда, Нарочь и Шарковщина. Интродуцированные сорта были выращены на экспериментальном участке отдела биохимии и биотехнологии растений ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси». Для исследований выбраны следующие сорта: *Duke*, *Patriot*, *Bluecrop*,

Таблица 1. Содержание сахаров и кислот в соке голубики различных таксонов (моль %)

№	Таксон	Глюкоза	Фруктоза	Хинная кислота	Лимонная кислота	Яблочная кислота
1	<i>V. uliginosum</i> L. (г. Молодечно)	36,3	41,3	8,2	7,1	4,1
2	<i>V. uliginosum</i> L. (г. Шарковщина)	37,6	40,8	8,8	6,4	4,3
3	<i>V. uliginosum</i> L. (г. Узда)	32,8	46,1	7,6	6,8	3,7
<i>V. corymbosum</i> L.						
4	Bluecrop	43,6	49,7	0,8	2,7	0,3
5	Bluerose	40,5	47,6	1,0	6,7	0,2
6	Carolina Blue	43,0	45,5	1,0	6,3	0,2
7	Darrow	43,9	44,8	1,4	6,8	0,1
8	Nelson	43,5	47,9	0,9	4,6	0,1
9	Northblue	40,6	49,6	1,7	4,0	0,2

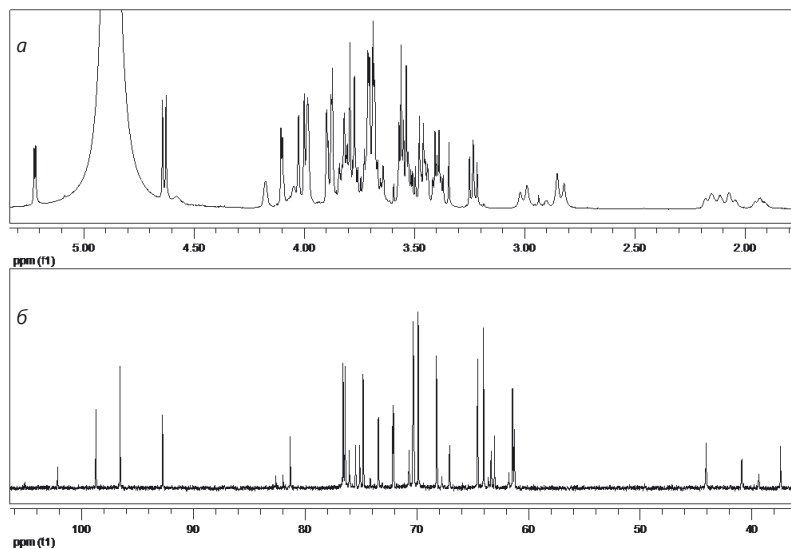


Рис. 1. Спектры ЯМР раствора в D₂O сока *V. uliginosum* L. (г. Узда): а — ¹H; б — ¹³C

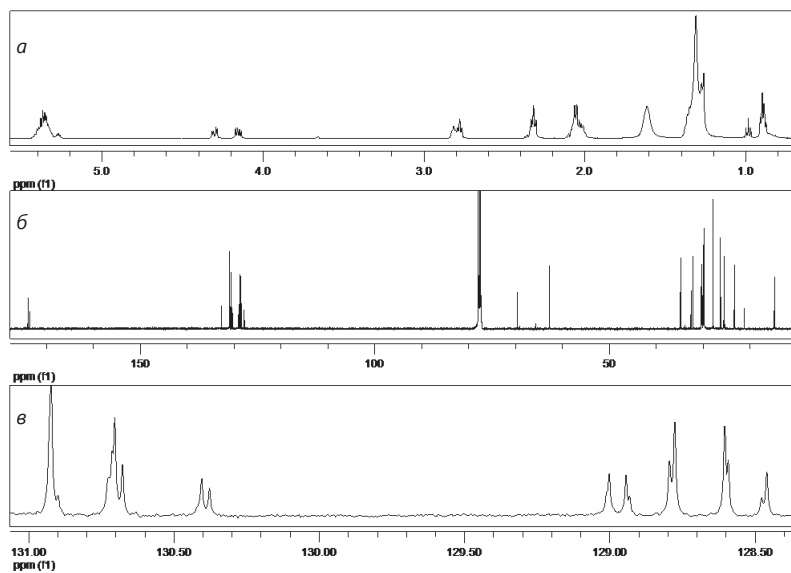


Рис. 2. Спектры ЯМР растворов в CDCl₃ масла семян голубики *Northblue*: а — ¹H; б — ¹³C; в — ¹³C (область двойных связей)

Blueray, Bluerose, Carolina Blue, Darrow, Elizabeth, Hardyblue, Herbert, Jersey, Nelson, Northblue и *Northcountry*. Ягоды собирали в разные годы (2009–2012 гг).

Сок был выделен прямым отжимом ягод, для записи спектров к 0,1 мл сока добавляли 0,4 мл дейтерированной воды (D_2O). Очищенные от мякоти семена после высушивания растирали в агатовой ступке, а затем экстрагировали масло дейтерированным хлороформом ($CDCl_3$).

Спектры ЯМР растворов зарегистрированы на спектрометре AVANCE-500 (Bruker, Германия) с рабочей частотой 500 МГц для ядер 1H и 126 МГц — для ^{13}C и температуре 293 К. В качестве внутреннего стандарта для соков использовали добавленный в раствор трет-бутиловый спирт, химический сдвиг (δ) протонов метильных групп которого составляет 1,24 м. д., соответствующих ядер ^{13}C — 30,29 м. д. Для растворов масла внутренним стандартом являлся остаточный сигнал $CHCl_3$ — 7,27 м. д., а для ядер ^{13}C — сигнал растворителя (77,7 м. д.). Для идентификации соединений в полученных спектрах в аналогичных условиях были записаны спектры индивидуальных сахаров, органических, в том числе и жирных, кислот.

На рисунке 1 приведены спектры ЯМР D_2O -раствора сока топьяной голубики.

В спектре присутствуют сигналы глюкозы в двух изомерных формах — β -глюкопиранозы и α -глюкопиранозы, и фруктозы в пяти изомерных формах — β -фруктопиранозы, β -фруктофуранозы, α -фруктофуранозы, α -фруктопиранозы и кетофруктозы. Кроме того, идентифицированы сигналы яблочной, хинной и лимонной кислот. Химические сдвиги перечисленных соединений приведены в работах [7; 8]. В таблице 1 представлено содержание сахаров и кислот в соке голубики различных сортов.

Полученные данные свидетельствуют, что соки разных сортов имеют одинаковый качественный состав, но отличаются содержанием компонентов. Так, лесная голубика содержит меньше сахаров, но больше органических кислот, особенно хинной и яблочной. Из изученных интродуцированных сортов наиболее сладкий сок у *Bluescrop*, в нем же меньше кислот. На рисунке 2 показаны спектры ЯМР раствора в $CDCl_3$ масла семян голубики *Northblue*.

Спектры растворов других масел качественно подобны, различаясь интенсивностью линий. Отнесение сигналов подробно дано в [6].

В таблице 2 приведено содержание ненасыщенных жирных кислот в масле семян голубики различных сортов. Видно, что содержание ненасыщенных кислот отличается незначительно, немного меньше α -линоленовой кислоты в топяной голубике. Методом ЯМР затруднительно определить содержание насыщенных кислот в масле, но согласно [6] их количество, установленное методом ГЖХ, составляет менее 3%.

Из рисунка 2, в видно, что распределение кислот в триацилглицеридах не является стехиометрическим (1:2). Это можно утверждать на основании соотношения интегральных интенсивностей дублетов, принадлежащих одним и тем же С-атомам. Данное отношение приведено в таблице 2. Анализ полученной информации показывает, что α -линоленовая кислота предпочтительно занимает крайние положения в триацилглицеридах, а линолевая и олеиновая — центральное. Причем это наиболее характерно для масел топяной голубики.

Итак, сравнительный анализ образцов топяной голубики и интродуцированных таксонов показал, что сок последних содержит больше глюкозы и фруктозы и значительно меньше хинной и яблочной кислот, отличаясь незначительно по содержанию лимонной кислоты. Масло семян голубики состоит преимущественно из триацилглицеридов ненасыщенных жирных кислот, при этом α -линоленовая кислота предпочитает крайние положения в молекуле, а линолевая и олеиновая — центральное.

Таблица 2. Содержание (моль %) ненасыщенных жирных кислот (ЖК) и характер их присоединения в масле семян голубики разных таксонов

№	Таксон	Содержание ЖК			Отношение содержания ЖК в центр. положении к боковым		
		олеиновая	линолевая	α -линоленовая	олеиновая	линолевая	α -линоленовая
1	<i>V. uliginosum</i> L. (г. Молодечно)	27,5	45,2	24,3	0,83	0,52	0,32
2	<i>V. uliginosum</i> L. (г. Ст. Дороги)	25,1	45,9	26,7	0,72	0,59	0,34
3	<i>V. uliginosum</i> L. (г. Узда)	27,2	45,4	24,4	0,86	0,59	0,34
4	<i>V. uliginosum</i> L. (г. Шарковщина)	22,4	50,7	23,9	0,94	0,52	0,38
5	<i>V. uliginosum</i> L. (к. п. Нарочь)	23,7	47,2	26,1	0,71	0,53	0,30
<i>V. corymbosum</i> L.							
6	Bluecrop	21,1	42,9	33,0	0,68	0,59	0,41
7	Blueray	20,1	45,4	31,5	0,62	0,63	0,44
8	Bluerose	17,5	51,7	27,9	0,65	0,55	0,44
9	Carolina Blue	27,3	40,2	29,5	0,65	0,59	0,41
10	Darrow	22,6	50,1	24,3	0,72	0,63	0,42
11	Duke	22,6	43,0	31,4	0,70	0,60	0,46
12	Elizabeth	20,4	48,6	27,9	0,74	0,68	0,45
13	Hardyblue	22,0	43,3	31,6	0,68	0,62	0,43
14	Herbert	22,0	45,8	29,2	0,71	0,66	0,46
15	Jersey	22,2	41,5	33,3	0,67	0,62	0,45
16	Nelson	23,8	40,9	32,3	0,74	0,54	0,44
17	Northblue	26,5	52,3	18,3	0,75	0,55	0,39
18	Northcountry	23,6	47,5	25,9	0,76	0,59	0,40
19	Patriot	23,1	41,7	32,1	0,76	0,57	0,41

Список литературы

1. In vitro and in vivo antioxidant properties of *Vaccinium myrtillus* / S. Martín-Aragón [et al.] // *Pharmaceutical Biology*. — 1999. — Vol. 37, № 2. — P. 109–113.
2. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes* / R. A. Moyer [et al.] // *Journal of agricultural and food chemistry*. — 2002. — Vol. 50, № 3. — P. 519–525.
3. Таланов, А. А. Углеводы листьев и плодов голубики / А. А. Таланов, Н. С. Фурса // *Фармация*. — 2009. — № 3. — С. 27–28.
4. Таланов, А. А. Анализ свободных и связанных углеводов в подземных и надземных органах голубики / А. А. Таланов, Н. С. Фурса // *Рос. медико-биолог. вестник имени акад. И. П. Павлова*. — 2010. — Вып. 2. — С. 130–134.
5. Химический состав ягод голубики // Тема: Использование дикорастущих растений [Электронный ресурс]. — 2017. — Режим доступа: <http://www.activestudy.info/ximicheskij-sostav-yagod-golubiki/> — Дата доступа: 22.03.2017.
6. Анализ масла семян ягод растений семейства вересковых / К. П. Колногоров, Е. Д. Скаковский [и др.] // *Структура и динамика молекулярных систем. Сборник статей*. Уфа. — 2010. — Вып. 17, ч. 2. — С. 140–143.
7. Предварительная оценка состава сока яблок с использованием метода ядерного магнитного резонанса / Е. Д. Скаковский, Л. Ю. Тычинская [и др.] // *Плодоводство: науч. тр. РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]*. — Самохваловичи, 2013. — Т. 25. — С. 469–480.
8. ^{13}C and ^1H NMR investigations of quinic acid derivatives: Complete spectral assignment and elucidation of preferred conformations / A. Flores-Parra, D. M. Gutierrez-Avella [et al.] // *Magn. Res. Chem.* — 1989. — Vol. 27, № 6. — P. 544–555.

Опыт культивирования видов голубики на Центрально-европейской лесной опытной станции

Тяк Г. В., Макеев В. А., Тяк А. В., Макеева Г. Ю.

Филиал ФБУ ВНИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства «Центрально-европейская лесная опытная станция», г. Кострома, Россия,
e-mail: ce-los-np@mail.ru

Резюме. Представлены результаты многолетних исследований по выращиванию голубики топяной, североамериканских высокорослой, полувысокой и низкорослой голубики на Центрально-европейской лесной опытной станции. Отобраны зимостойкие и урожайные формы голубики топяной, голубики узколистной и полувысокой для дальнейшей селекции и выращивания на выработанных торфяниках.

Summary. The results of a multi-year research on cultivation of bog blueberry, Northamerican highbush, half-highbush and lowbush blueberries at the Central European Forest Experimental Station are given in the article. The winter-hardy and yielding forms of bog blueberry, lowbush blueberry and half-high blueberry it was selected for further selection and cultivation on the cutover peatlands.

Исследования по культивированию в Костромской области дико произрастающей здесь голубики топяной (*Vaccinium uliginosum* L.) и сортов североамериканских высокорослых голубик, представленных в основном голубикой щитковой (*Vaccinium corymbosum* L.), начали проводиться на Центрально-европейской лесной опытной станции с середины 1980-х гг.

В Костромской области в зависимости от агроклиматического района сумма температур выше 10 °С колеблется в пределах 1700–1900 °С и безморозный период составляет 112–134 дня. В таких условиях у растений сортов голубики высокорослой (с 1985 г. в течение 10 лет испытывали 26 сортов) часто происходило осеннее подмерзание не закончивших рост верхушек побегов и зимнее подмерзание цветковых почек и годичных побегов. В отдель-

ные годы зимой подмерзали двухлетние и частично многолетние ветки. У среднеспелых и позднеспелых сортов ягоды, как правило, повреждались ранними осенними заморозками [1]. Растения голубики высокорослой, высаженные на торфяник, поражались грибковыми болезнями. Созданные на костромских торфяниках посадки испытываемых сортов голубики высокорослой оказались малопродуктивными и крайне недолговечными.

Голубика топяная отличается высокой зимостойкостью, устойчивостью к грибным болезням. Этот вид, как и другие из рода *Vaccinium*, характеризуется широким полиморфизмом. В естественных популяциях было отобрано для испытания в условиях культуры более 40 форм голубики топяной. В дикорастущих зарослях голубики топяной по направлению и характеру роста побегов выделены три формы: со стелющимися, приподнимающимися и вертикальными побегами формирования. Высота кустов отобранных форм варьировала от 20 до 60 см. Выявлены различия по форме, окраске и размерам листьев. Как правило, листья голубики топяной голубоватые из-за воскового налета, в то же время отмечены кусты с зелеными листьями без воскового налета.

Высокую изменчивость обнаруживают такие признаки, как форма, размеры (высота плода — 9,3–15,2 мм, ширина — от 8,3–13,2 мм) и масса (средняя масса ягоды — 0,36–1,05 г) ягод. Выделены формы голубики с шаровидными, овальными, округло-сплюснутыми, яйцевидными, обратнойцевидными, округлыми с ребрами у чашечки и грушевидными плодами. Урожайность выделенных форм варьировала от 273 до 1609 г/куст.

Отобранные формы голубики различаются сроками созревания ягод (от раннеспелых до позднеспелых). Выявлена ремонтантная форма голубики, дающая два урожая в течение одного вегетационного периода (в июле и в конце августа — начале сентября). Плоды второго урожая отличались от плодов первого урожая меньшей массой — соответственно 0,73 и 0,31 г.

Обнаружена редко встречающаяся белоплодная голубика с шаровидными и овальными ягодами, а также форма с бледно-голубоватыми плодами (количество антоцианов — около 0,05 % к сырой массе). Установлены отличия форм по химическому со-

ставу ягод. Количество сухих веществ варьирует от 9,5 до 12,2 %, сахаров — от 5,7 до 11,6 %, органических кислот — от 1,1 до 2,1 %, аскорбиновой кислоты — от 17,6 до 59,4 мг/100 г.

Пять наиболее перспективных форм были размножены и высажены в 2003 г. на выработанный торфяник переходного типа. Данные формы характеризуются стабильным плодоношением. Урожай ягод испытываемых растений составляет около одного килограмма с куста. У крупноплодных форм средняя масса ягод более одного грамма, что в 1,5–2 раза больше, чем у обычной дикорастущей голубики топяной.

С 1999 г. Центрально-европейская лесная опытная станция в условиях Костромской области проводит первые в России масштабные исследования по выращиванию голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.), относящейся к группе низкорослых североамериканских голубик. Морозостойкость, заморозкоустойчивость цветков и бутонов, относительная устойчивость к болезням и вредителям, способность произрастать и плодоносить на кислых почвах делают этот вид очень привлекательным для биологической рекультивации выработанных торфяников в южно-таежном лесном районе европейской части России.

Исследования голубики узколистной начали с испытания растений, выращенных из семян от канадских сортов и форм и ряда эстонских высокоурожайных форм. Семена предоставлены доктором Тайми Пааль из Тартуского аграрного университета и эстонским фермером Томасом Яадла в конце 1990-х гг.

Первый посев семян провели в 1999 г. Цветение и плодоношение единичных сеянцев отмечено в 2002 г. В 2003 г. плодоносило около 20 %, а в 2004 г. — более половины сеянцев. С 2005 г. плодоносили все сеянцы. Произрастающие на участке сеянцы различались по многим фенотипическим показателям, габитусу куста, форме, размеру и окраске вегетативных и генеративных органов. Среди семенного потомства преобладали растения со средней массой ягод около 0,4 г, но встречались и особи с более крупными плодами. Среди этих посевов были выделены первые хозяйственно ценные формы голубики узколистной, которые были размножены вегетативно с помощью корневищных черенков (прижи-

ваемость 90–95 %) и парциальных кустов (приживаемость 100 %) и в 2009 г. высажены на выработанный торфяник верхового типа.

Высота растений не превышала 0,5 м. За все годы наблюдений у отобранных форм голубики узколистной практически не отмечено зимних повреждений. Урожай ягод на торфянике варьировал от 1,5 до 3,5 кг с куста, средняя масса ягод — от 0,5 до 0,8 г.

Отбор форм, сочетающих в себе хорошую адаптивность и высокую урожайность с крупноплодностью, провели в посевах 2003–2005 гг. от свободного опыления сорта *Northblue*, произраставшего в окружении отборных форм голубики узколистной на коллекционном участке, и в посевах сорта *Putte* (семена предоставлены доктором Тайми Пааль). Следует заметить, что при выращивании на защищенном от северных ветров коллекционном участке сорт полувысокой голубики *Northblue* формировал урожай 5–7 кг ягод с куста (средняя масса ягод около 2 г). Однако при выращивании растений этого сорта на выработанном верховом торфянике в Костромском районе отмечались повреждения зимними морозами однолетних побегов (ежегодно), двухлетних и отдельных многолетних веток (в большинстве лет наблюдений) и раннеосенними заморозками части невызревших ягод. Урожай ягод с куста при выращивании этого сорта на торфянике не превышал 400 г.

От посева семян сортов *Northblue* и *Putte* первоначально было отобрано более 100 форм. Выделенные формы сочетали в себе положительные признаки голубики узколистной (невысокая потребность в летнем тепле для нормального прохождения всех фенологических фаз, сравнительная раннеспелость, низкорослость, наличие корневищ и способность образовывать парциальные кусты) со сравнительно высокой урожайностью и крупноплодностью, близкой к сортам высокорослых голубик.

Основными признаками, по которым проводился дальнейший отбор среди выделенных форм голубики, была зимостойкость, урожайность, размеры и сроки созревания ягод. Отмечали формы без зимнего подмерзания побегов, с «очень слабым подмерзанием» и «слабым подмерзанием» побегов, а также без подмерзания или со «слабым подмерзанием» цветковых почек. К градации

«очень слабое подмерзание» относили кусты голубики, имеющие подмерзшие верхушки однолетних приростов (не более 1/4 их длины). К градации «слабое подмерзание» относили кусты, имеющие более сильное подмерзание однолетних приростов и вымерзание отдельных побегов. Выделяли три градации подмерзания цветковых почек: слабое (подмерзло до 10 % почек), среднее (до 30 % почек) и сильное (свыше 30 % почек).

В 2016 г. на основании комплекса признаков (степень подмерзания побегов и цветковых почек, урожайность, размер ягод, устойчивость к болезням, сроки созревания ягод и прочие признаки и свойства) для дальнейшей селекционной работы и последующей регистрации в качестве сортов из семенного потомства *Northblue* и *Putte* выделено 12 форм голубики.

Высота 7–9-летних кустов отобранных форм варьирует от 45 до 70 см. Большинство форм по типу роста растений являются кустовыми, а по силе роста — средне- или сильнорослыми [2].

Все выделенные формы при выращивании в Костромской области проходят полный цикл сезонного развития и формируют урожай до наступления осенних заморозков.

Средние сроки наступления основных фаз голубики в зависимости от формы и погодных условий колеблются в следующих пределах:

- начало распускания цветковых почек и роста побегов — первая декада мая;
- начало цветения — с середины до конца мая;
- конец цветения — с начала первой до начала второй декады июня;
- начало созревания ягод — с начала первой до конца второй декады июля;
- полное созревание ягод — с начала второй декады июля до начала третьей декады августа.

По времени начала созревания ягод отборные формы можно разделить на раннеспелые, среднеспелые и позднеспелые.

Исследуемые формы голубики отличаются также по окраске цветковых почек и однолетних побегов, длине междоузлий, фор-

ме и окраске листьев и цветков, морфологическим признакам ягод и ряду других признаков [2].

Выделенные формы характеризуются стабильным плодоношением. Наибольший урожай за годы наблюдений у четырех форм составил 2,0–2,5 кг/куст, у семи форм 3,0–3,8 кг/куст и у одной формы — свыше 4 кг/куст. Одна форма характеризуется крупными ягодами (0,8–1,0 г), а остальные — очень крупными (1,1–1,8 г) [3].

При научно-методической помощи Центрально-европейской лесной опытной станции в Костромском районе на выработанном торфянике верхового типа создана коммерческая плантация ягодных растений, где посадками голубики узколистной и семенных растений полуввысокой голубики занято более 5 га.

Данные исследования открывают широкую перспективу выращивания отборных форм голубики узколистной и полуввысокой голубики во многих регионах Нечерноземной зоны России.

Список литературы

1. Тяк, Г. В., Алтухова, С. А. Некоторые итоги и перспективы интродукции голубики в Костромской области // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: VI междунар. симп. Т. 1. М. : изд-во Рос. ун-та дружбы народов. — 2005. — С. 129–131.
2. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Голубика высокая и черника / Офиц. бюл. / Гос. Комис РФ по испытанию и охране селекц. достижений. — 2008. — № 6. — С. 470–480.
3. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всерос. НИИ селекции плодовых культур; под общ. ред. акад. Е. Н. Седова и д. б. н. Т. П. Огольцовой. — Орел: ВНИИСПК, 1999. — 606 с.

Содержание

<i>Божидай Т. Н., Кухарчик Н. В.</i> Влияние гормонального состава питательной среды и субстрата для адаптации на размножение сортов голубики узколистной.....	3
<i>Булавко Г. И., Яковлев А. П., Антохина С. П.</i> Развитие микоризы у сортовой голубики при использовании удобрений на выработанном торфянике	8
<i>Водчиц Н. В., Коршун Е. Р., Пасовец М. В., Жатько К. И., Гуринович Т. М., Волотович А. А.</i> Сравнительный ISSR-ПЦР-анализ ДНК растений, выделенной протоколом ЦТАБ-PVP-меркаптоэтанол	15
<i>Горбунов А. Б.</i> Нетрадиционный способ выращивания американской клюквы крупноплодной.....	23
<i>Гуринович Т. М., Водчиц Н. В., Юрченко Е. О., Волотович А. А.</i> Сравнение ISSR-профилей при использовании общего ПЦР-премикса (на примере генома <i>Vaccinium corymbosum</i> L.).....	31
<i>Дрозд О. В.</i> Сохраняемость плодов разных сортов голубики высокорослой (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.), интродуцированных в Беларуси	39
<i>Дрозд О. В., Павловский Н. Б., Ленковец Т. И., Азизбекян С. Г.</i> Эффективность применения микроудобрений «Наноплант-Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» и «Наноплант-Ag» на голубике высокорослой (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.).....	50
<i>Егошина Т. Л., Лугинина Е. А., Гудовских Ю. В., Капустина Н. В., Кислицына А. В., Оботнин С. И.</i> Опыт культивирования ягодников семейства Брусничные в южнотаежной подзоне Кировской области	58

<i>Курлович Т. В.</i> Освоение культуры брусники: достижения, задачи и перспективы.....	66
<i>Маховик И. В., Бордок И. В., Моисеева Т. Р., Пасмурцева В. В., Волкова Н. В.</i> Новые формы голубики топяной (<i>Vaccinium uliginosum</i> L.) коллекции Института леса НАН Беларуси.....	74
<i>Павловский Н. Б.</i> Таксономия голубики секции <i>Suapococcus</i>	80
<i>Плескацевич Р. И., Мелешко Н. И.</i> Видовое разнообразие и структура доминирования вредной энтомофауны в насаждениях голубики высокорослой в Беларуси	96
<i>Рупасова Ж. А., Павловский Н. Б., Василевская Т. И., Креницкая Н. Б., Павловская А. Г., Курлович Т. В.</i> Биохимический состав плодов новых интродуцированных сортов голубики высокорослой (<i>Vaccinium corymbosum</i>) в условиях Беларуси	102
<i>Скаковский Е. Д., Тычинская Л. Ю., Решетников В. Н., Деева А. М., Шутова А. Г.</i> Изучение состава сока и масла ягод голубики методом ЯМР	109
<i>Тяк Г. В., Макеев В. А., Тяк А. В., Макеева Г. Ю.</i> Опыт культивирования видов голубики на Центрально-европейской лесной опытной станции	116

Научное издание

Опыт и перспективы возделывания ягодных растений семейства Брусничные на территории Беларуси и сопредельных стран

Материалы Международного научно-практического семинара
г. Минск, 18–19 июля 2017 г.

Ответственный за выпуск *Н. Б. Павловский*
Компьютерный дизайн, верстка *А. Е. Невинская*
Дизайн обложки *Э. М. Иодо*
Корректор *Т. В. Радецкая*

Подписано в печать 12.07.2017. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 7,2. Уч.-изд. л. 5,2.
Тираж 100 экз. Заказ 5555.

Издатель и полиграфическое исполнение:
общество с ограниченной ответственностью «Медисонт».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/142 от 09.01.2014. № 2/34 от 23.12.2013. ЛП № 02330/20 от 18.12.2013.
Ул. Тимирязева, 9, 220004, Минск.
www.medisont.by