

Национальная академия наук Беларуси
Центральный ботанический сад

Опыт и перспективы выращивания нетрадиционных ягодных растений на территории Беларуси и сопредельных стран

Материалы Международного научно-практического семинара
г. Минск — г. Ганцевичи, 28 сентября — 1 октября 2021 г.

Минск
«Медисонт»
2021

УДК 634.7
ББК 42.358-4я43
О-62

International Scientific and Practical Seminar
«Experience and prospects of growing of unconventional berry
plants in Belarus and neighbouring countries»

Редакционная коллегия:

В. В. Титок, д-р биол. наук, чл.-корр. НАН Беларуси;
Ж. А. Рупасова, д-р биол. наук, чл.-корр. НАН Беларуси;
Л. В. Гончарова, канд. биол. наук; *Н. Б. Павловский*, канд. биол. наук;
Т. И. Ленковец; *С. М. Кузьменкова*.

Рецензенты:

В. В. Титок, д-р биол. наук, чл.-корр. НАН Беларуси;
В. Н. Решетников, д-р биол. наук, академик НАН Беларуси.

Иллюстрации предоставлены авторами публикаций

О-62 **Опыт** и перспективы выращивания нетрадиционных ягодных растений на территории Беларуси и сопредельных стран : материалы Международного научно-практического семинара (г. Минск — г. Ганцевичи, 28 сентября — 1 октября 2021 г.) / Национальная академия наук Беларуси; Центральный ботанический сад ; редкол.: В. В. Титок [и др.]. — Минск : Медисонт, 2021. — 148 с.

ISBN 978-985-7261-71-0.

В сборнике представлены результаты исследований ученых Беларуси и России по проблемам и перспективам развития нетрадиционного ягодоводства культур, которые вызывают интерес и нарастающий спрос у потребителей и производителей: голубики высокой, клюквы крупноплодной, брусники обыкновенной, жимолости съедобной, калины обыкновенной, боярышника мягковатого, бузины черной и др. В материалах освещены этапы истории интродукции ягодных растений семейства *Ericaceae* Juss. в Беларусь, координации и научного сопровождения работ по развитию нетрадиционного промышленного ягодоводства, актуальные вопросы биохимии, биотехнологии, экологии, а также размножения, выращивания ягодных растений, хранения и переработки их плодов.

УДК 634.7
ББК 42.358-4я43

ISBN 978-985-7261-71-0

© Центральный ботанический сад
Национальной академии наук Беларуси, 2021
© Оформление. ООО «Медисонт», 2021

История и результаты интродукции ягодных растений семейства *Ericaceae* Juss. в Республике Беларусь

В. В. Титок, В. Н. Решетников, И. К. Володько, Н. Б. Павловский

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

Первой культурой из семейства *Ericaceae*, вовлеченной в интродукционные исследования на территории Беларуси, является клюква крупноплодная (*Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers.) — эндем североамериканской флоры. Постановлением Совета Министров БССР от 21.01.1969 № 18 Центральному ботаническому саду АН БССР было поручено провести исследования по интродукции клюквы крупноплодной и дать оценку перспективности ее выращивания в Беларуси. Для выполнения поставленной государственной задачи на территории Центрального ботанического сада в г. Минске был создан специальный экспериментальный участок, имитирующий условия клюквенной плантации. Заведующим лабораторией мобилизации растительных ресурсов М. А. Кудиновым и м. н. с. Е. К. Шарковским из Главного ботанического сада АН СССР (г. Москва) были получены черенки 8 сортов клюквы: 'Beckwith', 'Bergman', 'Early Black', 'Franklin', 'Howes', 'McFarlin', 'Stevens' и 'Wilcox'.

Выполненными под руководством директора Центрального ботанического сада АН БССР, академика Н. В. Смольского многолетними сравнительными эколого-биологическими исследованиями было убедительно доказано преимущество введения в культуру североамериканской клюквы крупноплодной относительно местного вида — клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.). Последняя хорошо приспособлена к местным условиям,

однако фенотип данного вида не обладает качественными и количественными параметрами, необходимыми для культурного растения, такими как высокая урожайность, крупноплодность, возможность механизированной уборки, пригодность к переработке. Было определено, что для выращивания клюквы крупноплодной в наибольшей степени подходят почвенно-климатические условия Белорусского Полесья.

Полученные положительные результаты по интродукции клюквы крупноплодной в Центральном ботаническом саду АН БССР позволили перейти к опытно-производственным испытаниям этой культуры. Для этих целей в 1979 г. во исполнение распоряжения Совета Министров БССР от 28.05.1979 № 439 р на землях гослесфонда в Ганцевичском районе Брестской области было начато строительство первой на европейском континенте опытно-производственной плантации по выращиванию клюквы крупноплодной площадью 10 га. В 1980 г. распоряжением Совет Министров БССР от 31.12.1980 № 1031-р законченный строительством участок опытно-производственной плантации по выращиванию крупноплодной клюквы площадью 5 га в Ганцевичском районе был передан Академии наук БССР. Второй участок этой плантации, теплицу, котельную и другие вспомогательные помещения были переданы Академии наук БССР в 1981 г. по мере их завершения. Одновременно было поручено Академии наук БССР выполнить комплекс работ по закладке плантации крупноплодной клюквы, организовать учет данных, характеризующих эффективность эксплуатации плантации, для подготовки в последующем технически и экономически обоснованных предложений по развитию в Беларуси клюквоводства на промышленной основе. Постановлением Бюро Президиума АН БССР от 22.01.1981 № 22 Центральному ботаническому саду АН БССР было поручено принять на баланс вышеперечисленные объекты строительства, обеспечить закладку плантации крупноплодной клюквы, а также подготовить технико-экономическое обоснование по развитию в БССР клюквоводства на промышленной основе.

В соответствии с постановлением Президиума АН БССР от 28.10.1982 № 169 в структуре Центрального ботаническо-

го сада АН БССР принятые на баланс объекты получили статус Ганцевичской опытно-экспериментальной базы. В течение 1982–1983 гг. силами сотрудников Центрального ботанического сада АН БССР с использованием импортного посадочного материала были осуществлены посадки 11 сортов клюквы крупноплодной на всей планируемой площади (10 га). Первые исследования на Ганцевичской опытно-экспериментальной базе проводили сотрудники лаборатории мобилизации растительных ресурсов Н. М. Юнкевич, Т. В. Курлович и Н. Н. Рабцевич.

В целях успешного развития научно-экспериментальных и опытно-производственных исследований и разработок по промышленному выращиванию и использованию клюквы крупноплодной и других видов ягодных растений семейства *Ericaceae*, в 1984 г. решением Бюро Президиума АН БССР в структуре Центрального ботанического сада АН БССР была создана новая научно-исследовательская лаборатория интродукции плодово-ягодных растений, которая явилась преемником Ганцевичской опытно-экспериментальной базы. Ее возглавил к. с-х. н. Н. Н. Рубан, и руководил ею до 2006 г. С 2006 по 2008 гг. обязанности заведующего лабораторией исполняла к. б. н. Т. В. Курлович. С 2008 г. по настоящее время лабораторией руководит к. б. н. Н. Б. Павловский. На основе этой лаборатории Приказом по ЦБС № 65 от 21 августа 2018 г. была создана отраслевая лаборатория интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси.

С созданием научной лаборатории центр исследований по интродукции новых ягодных растений переместился в Ганцевичский район. 70–80-ые годы прошлого столетия в истории интродукции растений в Беларуси можно определить как период «клюквенного подъема». Под руководством тогдашнего директора Центрального ботанического сада АН БССР, чл.-корр. АН БССР Е. А. Сидоровича была разработана комплексная программа исследований по разработке научных основ промышленного выращивания клюквы крупноплодной в условиях Беларуси. К ее выполнению были привлечены помимо лаборатории интродукции плодово-ягодных растений ведущие ученые и специалисты других научных подраз-

делений. Исследования по оптимизации минерального питания клюквы на альтернативном основе выполнялись под руководством д.б.н. Ж. А. Рупасовой и к.б.н. А. В. Шерстеникиной, изучением фитопатогенного комплекса и вопросами защиты растений руководила д.б.н. С. В. Горленко, анализ химического состава плодов клюквы и разработка технологий переработки — к.б.н. И. И. Чекалинская и к.б.н. Д. К. Шапиро [1]. Выполненные исследования и результаты производственных испытаний клюквы крупноплодной в условиях плантационного культивирования послужили основой для разработки программы организации в Беларуси промышленного клюквоводства.

Большую заинтересованность в освоении промышленного выращивания клюквы крупноплодной проявило Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР. По инициативе этого ведомства совместно с правительством Белорусской ССР было принято постановление Совета Министров Белорусской ССР и Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР от 22.08.1986 № 259 «Об организации в Белорусской ССР промышленного производства крупноплодной клюквы», в соответствии с которым были определены масштабы развития новой подотрасли до 1995 г. и даны поручения по ее научному обеспечению. В 1985 г. ГКНТ СССР закупил в США лицензию на технологию выращивания клюквы крупноплодной с образцами машин и средств защиты растений, которые были переданы для освоения в Главпосевводстрой.

Первые шаги по освоению зарубежной технологии выявили ряд узких мест и стало очевидным потребность в разработке отечественной технологии, адаптированной к местным условиям, и обеспеченной образцами техники собственного производства. К выполнению этой задачи были привлечены научные учреждения АН Беларуси, Госагропрома Беларуси, Минздрава. Исследования и разработки выполнялись в рамках республиканской научно-технической программы «Клюква крупноплодная» на 1989-1993 гг. К числу важнейших результатов выполнения этой программы в течение 1989-1991 гг. следует отнести: разработку первых отечественных технологий промышленного

выращивания клюквы крупноплодной на получение посадочного материала и ягодной продукции [25, 26], создание и испытание отечественных образцов 15 наименований средств механизации для работы на клюквенных плантациях.

К сожалению, с 1992 г. вследствие отсутствия финансирования программа в дальнейшем не выполнялась и ряд ее задач не был выполнен в полном объеме. В последующее десятилетие исследования и разработки по совершенствованию технологии промышленного выращивания клюквы крупноплодной выполнялись в виде отдельных научно-технических проектов.

В настоящее время в Беларуси имеется около 100 га промышленных насаждений клюквы крупноплодной. Самые крупные в Европе промышленные насаждения клюквы крупноплодной имеются в ОАО «Полесские журавины» — 83 га. В госреестр включено 6 сортов данной культуры ('Ben Lear', 'Franklin', 'Howes', 'McFarlin', 'Pilgrim', 'Stewens').

Первые опытные посадки голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) в Беларуси созданы в 1980 г. на Ганцевичской научно-экспериментальной базе ЦБС НАН Беларуси. Сорта этой культуры поступили из Главного ботанического сада АН СССР. Первые исследования по оценке нескольких интродуцированных сортов голубики высокорослой проведены Т. В. Курлович [2]. Автором установлено, что для созревания урожая среднеспелых сортов голубики требуется сумма положительных температур порядка 2000–2250 °С, у позднеспелых сортов — 2200–2500 °С. Для прохождения полного цикла вегетации необходима сумма положительных температур не менее 2750 °С. От массового цветения до массового созревания ягод в зависимости от сорта проходит от 39 до 85 дней. В условиях Белорусского Полесья суммы положительных температур, а также длины вегетационного периода хватает для прохождения полного цикла вегетации у среднеспелых и позднеспелых сортов. Т. В. Курлович заключает, что голубика высокая является перспективной ягодной культурой для промышленного возделывания в Белорусском Полесье.

Динамичное развитие Ганцевичского подразделения Центрального ботанического сада НАН Беларуси как в области

науки, так и практики обеспечили мероприятия и инициативы выдвинутые академиком В. Н. Решетниковым (директор ЦБС в период 1997–2009 гг.) и нынешним директором чл.-корр. В. В. Титком и др. Был значительно расширен коллекционный фонд интродуцированных ягодных растений, укреплена и совершенствована материально-техническая база, расширено международное сотрудничество.

Ж. А. Рупасовой с соавторами [3] проведены многолетние комплексные исследования по оценке адаптационного потенциала основных промышленных сортов голубики высокорослой разных сроков созревания урожая на фоне внесения минеральных удобрений в южной, центральной и северной агроклиматических зонах Беларуси. Результатом данной работы стала разработка способа оптимизации режима минерального питания, основанного на использовании метода листовой диагностики [4].

Первые производственные насаждения голубики высокорослой в Беларуси была заложена в 1989 г. в Барановичском лесхозе Брестской области на площади около 3 га, ныне — фермерское хозяйство «Доктор Шарец». Первая коммерческая плантация данной культуры создана в фермерском хозяйстве «Барвинок» в Сенненском районе Витебской области. Самые крупные промышленные насаждения голубики высокорослой — 150 га, созданы в КФХ «Синяя птица», Ганцевичского района.

На начало 2021 г. в Беларуси имелось более 1000 га промышленных посадок голубики высокорослой, 70 % которых локализовано в Брестской области. Наиболее популярным и широко культивируемым сортом голубики высокорослой в Беларуси является — 'Bluecrop'. Кроме этого сорта в государственный реестр сортов допущенных к использованию на территории Республики Беларусь внесено еще 14 перспективных сортов данной культуры ('Bluetta', 'Bluejay', 'Collins', 'Denise Blue', 'Duke', 'Earliblue', 'Elizabeth', 'Elliott', 'Hardiblue', 'Jersey', 'Northland', 'Patriot', 'Spartan', 'Weymouth') и 2 сорт голубики полувысокорослой ('Northblue', 'Northcountry'). В настоящее время коллекционный фонд голубики высокорослой включает более 70 сортов.

Первые опытные посадки брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) были созданы в 1978 г. в Центральном ботаническом саду АН БССР, парциальными кустами, перенесенными из естественных зарослей М. Кудиновым и Е. Шарковским [5]. На основании первичной оценки эффективности выращивания авторами дано научное обоснование перспективности введения ее в промышленную культуру. Дальнейшие исследования по культивированию данного вида проводились уже в лаборатории интродукции и технологии ягодных растений в Ганцевичском районе, где в 1980 г. первые опытные посадки также были созданы парциальными кустами, перенесенными из сосняка бруснично-черничного в два этапа — весной и в конце лета [6]. В 1984 г. были созданы опытные посадки брусники с использованием стеблевых черенков, сохранившиеся до настоящего времени. Урожайность пятилетних растений на этой посадке составляла 3031 кг/га [7].

Многоплановые исследования по интродукции и селекции данного вида с 1986 г. проводятся О. В. Морозовым в условиях опытной плантации, заложенной на границе богатой гумусом почвы и мелкозалежного торфяника. Исследовались особенности доместикации и поражаемости болезнями при перенесении растений из разных типов леса и выращивании на разных типах субстрата [8]. Изучались биолого-морфологические аспекты роста и развития брусники при посадке черенками [9]. Отрабатывались некоторые элементы агротехники возделывания, в частности приемы обработки почвы в междурядьях, уточнялись сроки посадки [10]. Изучались биология вторичного цветения и плодоношения, а также биохимический состав плодов двух урожаев [11], проводились наблюдения за фенологическим развитием растений и динамикой роста побегов [12]. Проведено сравнительное изучение влияния уровня грунтовых вод на развитие, продуктивность и вегетативное размножение брусники на торфе и на почве сосняка бруснично-мшистого [13].

Параллельно с этим проводились селекционные работы, для чего отбирались и тиражировались формы, представляющие интерес в качестве перспективных объектов [14]. Проводились исследования в области мутагенеза с воздействием гамма-облуче-

ния на семена и черенки, проводились также межвидовые скрещивания [15]. На диплоидном уровне ($2n = 24$) брусника × клюква крупноплодная — сорта 'Howes', 'Franklin', 'Early Black' получены стерильные гибриды. Результативным оказалось скрещивание брусники с естественным тетраплоидом ($4n = 48$) клюквой болотной (*V. palustris*) [16]. Определены биолого-морфологические признаки полученных отдаленных гибридов. Этим же автором разработана методика определения числа хромосом в молодых листьях распускающихся верхушечных почек [17].

Сотрудниками ЦБС успешно проведены исследования по микроклональному размножению сортовой брусники [18]. Показана принципиальная возможность сокращения периода покоя семян гибридов в культуре *in vitro*, что способствует ускоренному получению здоровых гибридных сеянцев в неограниченном количестве [19]. Проведены экспериментальные исследования индуцируемого морфогенеза четырех сортов брусники ('Erntedank', 'Erntekrone', 'Koralle' и 'Masovia') в культуре клеток и тканей [20]. Разработан метод получения растений-регенерантов непосредственно из трансформированных клеток листовой ткани, позволяющий исключить возникновение фено- и генотипической изменчивости [21]. В лаборатории химии растений проведена оценка 35 форм и сортов брусники по биохимическому составу листьев, что позволило выделить наиболее перспективные среди них не только по агробиологическим и растениеводческим параметрам, но и по фармакологической ценности [22].

Интродукционные исследования сортовой брусники начались в 1987 г. в лаборатории интродукции и технологии ягодных растений в Ганцевичском районе. Первоначально было интродуцировано 5 сортов из Варшавской сельскохозяйственной академии. В дальнейшем коллекция пополнилась и в настоящее время в ней насчитывается 15 сортов. В условиях Белорусского Полесья было установлено, что климатические условия данного региона по сумме положительных температур обеспечивают прохождение полного сезонного цикла развития и формирование двух урожаев у сортов 'Erntedank', 'Erntekrone', 'Koralle' и 'Masovia'. Установлено, что продолжительность периода от набухания почек до полного

созревания плодов второго урожая составляет 208–210 суток при сумме положительных температур 2700° [23]. Установлены выраженные сортовые различия регенерационных способностей стеблевых черенков и интенсивности ростовых процессов. Наиболее высокой способностью регенерации адвентивных корней обладает сорт 'Erntedank', энергией роста — сорт 'Koralle'. Выявлено, что для укоренения стеблевых черенков сортовой брусники можно использовать различные органические, минеральные субстраты и их смеси, но главным условием, обеспечивающим наибольшую приживаемость, является хорошая аэрация. Применение торфо-песчаной смеси является наиболее эффективным в этих целях и дает возможность получения качественного посадочного материала без промежуточной пересадки. Выявлено, что наилучшими морфологическими характеристиками, имеющими важное хозяйственное значение (высота куста, количество побегов), характеризуется сорт 'Koralle'. Размеры, форма, окраска и органолептические качества ягод в комплексе являются сортоотличительными признаками. Установлено, что сроки и интенсивность формирования корневищ у брусники является генетически детерминированными признаками. Вступление сортов брусники в генеративную фазу развития происходит в двухлетнем возрасте, в пору полного плодоношения — в трехлетнем. Урожайность голландского сорта 'Koralle' в условиях Белорусского Полесья в 3–4 раза выше чем у других сортов, и составляет $0,7\text{--}1,4 \text{ кг/м}^2$ [24]. Среди интродуцированных сортов брусники наибольшей стабильностью плодоношения характеризуется также сорт 'Koralle'. По ряду свойств голландский сорт 'Koralle' превосходит остальные сорта, рекомендован для промышленного и любительского садоводства и включен в госреестр. Кроме этого сорта, в госреестр включен немецкий крупноплодный сорт 'Erntesegen'. По причине слабой технологичности и наличия больших площадей естественных зарослей брусники, данный вид как сельскохозяйственная культура пока не получил промышленного распространения в Беларуси.

Список использованной литературы

1. Сидорович, Е. А. Клюква крупноплодная в Белоруссии / Е. А. Сидорович и [др.]. — Минск: Наука и техника, 1987. — 238 с.
2. Курлович, Т. В. Голубика высокорослая в Беларуси / Т. В. Курлович, В. Н. Босак; науч. ред. Е. А. Сидорович. — Минск: Беларуская навука, 1998. — 176 с.
3. Рупасова, Ж. А. Голубика высокорослая: оценка адаптационного потенциала при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова, В. Н. Решетников, Н. Н. Рубан [и др.]; под ред. В. И. Парфенова. — Минск: Белорусская наука, 2007. — 442 с.
4. Рупасова, Ж. А. Оптимизация режима минерального питания голубики высокорослой на основе метода листовой диагностики (методические рекомендации) / Ж. А. Рупасова и [др.]. — Минск: Эдит ВВ, 2005. — 20 с.
5. Кудинов, М. А. Бруснику — в культуру / М. А. Кудинов, Е. К. Шарковский // Сельское хозяйство Беларуси. — 1978. — № 6. — С. 46.
6. Юнкевич, Н. М. Опыт создания культур брусники / Н. М. Юнкевич, О. В. Морозов // Достижения и перспективы в области инвентаризации, изучения, растительного освоения и охраны недревесных лесных ресурсов на территории европейской части СССР: тез. докл. науч.-произв. конф., Тарту, 19–21 авг. 1986 г. / ЭстНИИЛХиОП Тарту, 1986. — С. 162–163.
7. Морозов, О. В. Интродукция брусники в западной части Белорусского Полесья: проблемы и перспективы // Роль ботанических садов в охране и обогащении растительного мира: тез. докл. респ. науч. конф. Киев, 1989. — Т. 1. — С. 56–57.
8. Морозов, О. В. Поражаемость брусники болезнями в культуре / О. В. Морозов, Н. А. Галынская // Плантационное выращивание грибов и ягод: докл. сов.-сем., Гомель, 13–14 окт. 1988 г. / БелНИИЛХ. Гомель, 1988. — С. 61–63.
9. Марозаў, А. У. Рост і развіцце брусніц у культуры пры пасадцы чаранкамі / А. У. Марозаў // Вес. Акад. навук БССР. Сер. біял. навук. — 1988. — № 3. — С. 21–23.
10. Морозов, О. В. Междурядная обработка почвы в культурах брусники / О. В. Морозов // Брусничные в СССР: Ресурсы, интродукция, селекция: сб. науч. тр. / Академия наук СССР. ЦСБС; отв. ред. А. Б. Горбунов, А. Ф. Черкасов. — Новосибирск, 1990. — С. 302–309.

11. Иванцов, Л. В. Урожайность и биохимический состав плодов *Vaccinium vitis-idaea* L. в культуре / Л. В. Иванцов и [др.] // Теоретическая и прикладная карпология: тез. докл. Всесоюз. конф., Кишинев, 30 окт. — 1 нояб. 1989 г. / Кишинев: Штиинца, 1989. — С. 120.
12. Марозаў, А. У. Дынаміка лінейнага росту парасткаў *Vaccinium vitis-idaea* L. у культуры / А. У. Марозаў // Вес. Акад. навук БССР. Сер. біял. навук. — 1990. — № 4. — С. 29–33.
13. Морозов, О. В. Рост брусники в разных почвенно-гидрологических условиях и его связь с некоторыми показателями развития корневой системы / О. В. Морозов // Эколого-биологическое изучение ягодных растений семейства Брусничные и опыт освоения их промышленной культуры в СССР: тез. докл. межресп. раб. сем., Ганцевичи, 23–27 сен. 1991 г. / Центр. бот. сад АН БССР. Ганцевичи, 1991. — С. 128–129.
14. Морозов, О. В. Селекционное значение опытных плантаций брусники / О. В. Морозов // Плантационное выращивание грибов и ягод: докл. сов.-сем., Гомель, 13–14 окт. 1988 г. / БелНИИЛХ. Гомель, 1988. — С. 40–43.
15. Морозов, О. В. Предварительные результаты опытов по изучению действия гамма-лучей на растения брусники / О. В. Морозов // Эколого-биологическое изучение ягодных растений семейства Брусничные и опыт освоения их промышленной культуры в СССР: тез. докл. межресп. раб. сем., Ганцевичи, 23–27 сен. 1991 г. / Центр. бот. сад АН БССР. Ганцевичи, 1991. — С. 126–127.
16. Морозов, О. В. Межвидовая гибридизация брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) / О. В. Морозов // Проблемы производства и переработки малораспространенных плодовых и ягодных культур: тез. докл. науч.-произв. конф. пос. Самохваловичи, 26–29 авг. 1996 г. / БелНИИ плод. Минск, 1996. — С. 35–36.
17. Марозаў, А. У. Біелага-марфалагічная характарыстыка гібрыдаў F1 *Vaccinium vitis-idaea* L. × *Oxycoccus macrocarpus* Pursch. / А. У. Марозаў // Вес. Акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. — 1993. — № 2. — С. 18–24.
18. Марозаў, А. У. Методыка вызначэння колькасці храмасомаў у самагтычных тканках *Vaccinium vitis-idaea* L. (лісты) / А. У. Марозаў // Вес. Акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. — 1995. — № 2. — С. 18–24.
19. Сидорович, Е. А. Разработка технологии клонального микроразмножения интродуцированных сортов голубики высокой и брусники обыкновенной / Е. А. Сидорович и [др.] // Эколого-биологическое изучение ягодных растений семейства Брусничные и опыт освоения их промышленной культуры в СССР: тез. докл. межресп. раб. сем.,

- Ганцевичи, 23–27 сен. 1991 г. / Центр. бот. сад АН БССР. Ганцевичи, 1991. — С. 174–175.
20. Кутас, Е. Н. Семенное размножение гибридов брусники обыкновенной в культуре *in vitro* / Е. Н. Кутас и [др.] // Эколого-биологическое изучение ягодных растений семейства Брусничные и опыт освоения их промышленной культуры в СССР: тез. докл. межресп. раб. сем., Ганцевичи, 23–27 сен. 1991 г. / Центр. бот. сад АН БССР. Ганцевичи, 1991. — С. 92.
 21. Сидорович, Е. А. Клональное микроразмножение новых плодово-ягодных растений / Е. А. Сидорович, Е. Н. Кутас. — Минск: Навука і тэхніка, 1996. — 246 с.
 22. Сидорович, Е. А. Регенерация интродуцированных сортов *Vaccinium vitis-idaea* L. в культуре *in vitro* / Е. А. Сидорович, Е. Н. Кутас // Проблемы производства и переработки малораспространенных плодовых и ягодных культур: тез. докл. науч.-произв. конф. пос. Самохваловичи, 26–29 авг. 1996 г. / БелНИИ плод. Минск, 1996. — С. 32–34.
 23. Паўлоўскі, М. Б. Укараняльнасць чаранкоў брусніц Koralle і іх развіццё на розных субстратах / М. Б. Паўлоўскі // Вес. Акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. — 1996. — № 2. — С. 18–25.
 24. Павловский, Н. Б. Сортовая брусника в Белорусском Полесье / Н. Б. Павловский, Н. Н. Рубан; под общ. ред. проф. Ж. А. Рупасовой. — Минск: «Тэхналогія», 2000. — 230 с.

Сезонная динамика почвенно-биологических процессов под растениями клюквы крупноплодной

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

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

Выработанные торфяники стали базой для формирования новых экосистем. Особенности биотопа и прилегающих территорий направляют ход сукцессии к воссозданию болотных экосистем. Темпы сукцессии можно скорректировать, создавая насаждения. Такой тип рекультивации ускоряет зарастание открытой поверхности и одновременно позволяет расширить площади хозяйственно-пригодных территорий. Среди растений, используемых для культивирования, популярны как аборигенные виды, так и интродуцированные.

Объектами исследований послужили участки остаточной залежи торфяных месторождений верхового типа «Рамжино» (северная агроклиматическая зона) и «Морочно» (южная агроклиматическая зона).

Для определения биомассы микроорганизмов использован метод субстрат-инициированной респирации [6]. Определение потока CO_2 из почвы проведено методом поглощения углекислого газа гидроокисью бария, модифицированного Т. С. Демкиной [4]. Величину метаболического коэффициента вычисляли как отношение скоростей выделения CO_2 из небогащенной почвы (V_{basal}) и почвы, в которую внесен избыток доступного субстрата (V_{SIR}), глюкозы, ($Q_R = V_{basal}/V_{SIR}$) [1]. Отбор проб проведен с глубины 0–20 см. Повторность определений 3–5-кратная.

Большинство почвенных микроорганизмов — гетеротрофы, использующие прижизненные корневые выделения, корневой опад и опад надземной фитомассы, поступающей на поверхность почвы. Состав и количество корневых выделений зависят от вида растения и меняются в течение вегетационного периода. Соответственно в корнеобитаемом слое почвы в зависимости от вида растения формируется микробиоценоз с определенным составом и активностью.

Все аэробные организмы в результате жизнедеятельности выделяют углекислый газ. Интенсивность выделения CO_2 из почвы принято считать общим показателем активности почвенных организмов [2, 5]. При исследовании почвенного дыхания в лабораторных условиях из нее удалялась большая часть корней растений, таким образом продуцирование CO_2 обусловлено преимущественно жизнедеятельностью микроорганизмов.

Поток CO_2 из почвы под исследованными растениями различался по абсолютной величине, но имел четко выраженный характер сезонной динамики: максимум в мае и снижение активности в последующие сроки определения (табл.).

Но климатические изменения могут вносить коррективы в такие закономерности, при холодном температурном фоне максимум активности может смещаться на более поздние сроки (табл. 1). Величина биомассы физиологически активных микроорганизмов в субстрате выработанного торфяника менялась в течение вегетационного сезона. Закономерности сезонного тренда повторяли закономерности, отмеченные для респирации. Для почвенных микроорганизмов, являющихся сапрофитами, необходимое условие для развития — наличие органического вещества. В торфяно-болотной почве источник для их существования, прежде всего, растительные остатки образующие торф, прижизненные корневые выделения растений дополняют основной питательный фонд. Доля корневых выделений от общего количества синтезированного растением органического вещества в настоящее время оценивается в 20–30%, а в отдельных случаях даже до 50%. Наряду с корневыми выделениями в почву поступают опад корневых волосков, эпидермиса корня и отмирающие гифы микоризы. Состав

Таблица — Сезонная динамика показателей почвенно-биологической активности под растениями клюквы крупноплодной

Дыхание, мкг CO ₂ /г почвы в сутки	май	июль	сентябрь
т. м. Морочно (Столинский р-н, Брестская обл.)			
2013	45,1 ± 2,8	34,5 ± 1,8	25,9 ± 3,5
2014	19,5 ± 3,1	37,0 ± 1,5	21,5 ± 1,1
2015	43,6 ± 4,5	26,8 ± 1,6	16,2 ± 1,3
Биомасса мкг С биомассы /г почвы	май	июль	сентябрь
2013	625,3 ± 96,5	447,7 ± 34,5	451,6 ± 52,1
2014	321,3 ± 20,1	552,7 ± 20,5	343,1 ± 14,7
2015	616,9 ± 0,0	334,1 ± 17,8	327,3 ± 15,7
Метаболический коэффициент	май	июль	сентябрь
2013	0,08	0,07	0,05
2014	0,05	0,05	0,05
2015	0,06	0,09	0,07
т. м. Рамжино (Докшицкий р-н, Витебская обл.)			
Дыхание, мкг CO ₂ /г почвы в сутки	май	июль	сентябрь
2014	19,5 ± 3,1	37,0 ± 1,5	21,5 ± 1,1
2015	43,6 ± 4,4	31,1 ± 4,2	27,6 ± 3,2
Биомасса мкг С биомассы /г почвы	май	июль	сентябрь
2014	321,3 ± 20,1	552,7 ± 20,5	343,1 ± 14,7
2015	625,3 ± 96,5	447,7 ± 34,5	451,6 ± 52,1
Метаболический коэффициент	май	июль	сентябрь
2014	0,05	0,05	0,05
2015	0,06	0,09	0,07

корневых выделений видоспецифичен и поэтому корректирует состав и активность микробов в зоне влияния корней. [2, 5].

Интегральным показателем активности микробоценоза считают метаболический коэффициент (qCO_2), представляющий собой отношение скоростей выделения CO₂ из небогатенной

почвы (V_{basal}) и почвы, в которую внесен избыток доступного субстрата (глюкозы) (V_{SIR}) [1].

Величина метаболического коэффициента, полученная для выработанных торфяников с разными насаждениями свидетельствует о слабой микробной активности в данном субстрате, его коэффициента не превышала 0,09 (см. таблицу). Для сравнения, метаболический коэффициент для луговой почвы составляет 0,61, для лесных экосистем — 0,28–0,34 [1, 3].

Известно, что динамика численности микроорганизмов включает кратковременные и сезонные изменения. Периоды активного развития микробного населения почв в течение года приходится на разное время в почвах зонально-географического ряда, а также в почвах одного типа, но под разными растительными ассоциациями. Наблюдаются различия в активности роста и протекания микробиологических процессов по сезонам года в связи с различиями гидротермического режима и сроков поступления органических остатков в почву. Периодичность изменений численности микроорганизмов может быть объяснена флуктуациями активности фотосинтеза растений и как результат этого — скоростью поступления в почву органических веществ в виде корневых выделений. При отсутствии питательных веществ амплитуда колебаний численности микроорганизмов уменьшается, а их период растягивается [2, 5]. Поэтому для объективности результатов используют данные за три вегетационных периода.

Характер сезонных колебаний показателей имеет общую тенденцию — снижение от весны к осени, что характерно для биологических процессов в данной климатической зоне. Смещение максимума величины параметров на июнь в 2014 году отмечено и в северной, и в южной климатических зонах. Это обусловлено климатическими особенностями года. При этом абсолютная величина показателей была выше в южной климатической зоне.

Полученные результаты указывают на то, что растения клюквы крупноплодной в разной степени влияют на функционирование почвенных микроорганизмов, тем не менее, все они способствовали активизации жизнедеятельности эдафобионтов

в корнеобитаемом слое, что должно в перспективе обусловить восстановление почвенного покрова и стабилизацию экосистемы в целом. При этом установленное в эксперименте сглаживание сезонных колебаний массы микроорганизмов и показателей их жизнедеятельности указывает на ослабление степени их зависимости от внешних факторов. Это позволяет заключить, что создание ягодных насаждений на площадях, оставшихся после торфодобычи, экологически целесообразно.

Список использованной литературы

1. Андерсон, Дж. М. Экология и науки об окружающей среде: биосфера, экосистемы, человек / Дж. М. Андерсон. — Л.: Гидрометеиздат, 1985. — 265 с.
2. Ананьева, Н. Д. Микробиологическая оценка почв в связи с самоочищением от пестицидов и устойчивостью к антропогенным воздействиям: автореф. дисс. д-ра. биол. наук: 03.00.07 / Н. Д. Ананьева. — Москва, 2001. — 50 с.
3. Бабьева, И. П. Биология почв: учеб. пособие / И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. — 336 с.
4. Булавко, Г. И. Редуцентное звено лесных экосистем / Г. И. Булавко // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. — Вып. 67. — Гомель, 2007. — С. 341–350.
5. Демкина, Т. С. Определение скорости продуцирования CO_2 почвой в полевых условиях / Т. С. Демкина // Агрехимия. — 1989. — № 2. — С. 112–115.
6. Экология микроорганизмов: учеб для студ. вузов // А. И. Нетрусо, [и др.]. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 272 с.
7. Anderson, J. P. S. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils / J. P. S. Anderson, K. H. Domsch // Soil Biol. Biochem. — 1978. — V. 10. — P. 215–221.

Идентификация сортов голубики по микросателлитным маркерам

Н. В. Водчиц¹, В. Н. Решетников²

¹Беларусь, Пинск, Полесский государственный университет

²Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

С 1980 г. Центральный ботанический сад НАН Беларуси начал проводить целенаправленную работу по интродукции сортов голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.). Полученные за это время результаты исследования биологических особенностей данной культуры в местных условиях доказали перспективность выращивания [1].

Сорта голубики традиционно были идентифицированы по морфологическим признакам, поэтому коммерческие производители и селекционеры испытывали трудности с их точным определением.

Микросателлитные маркеры отличаются генетической стабильностью, высокой воспроизводимостью, кодоминантны, их часто применяют для паспортизации и идентификации сортов растений [2].

Целью работы являлось подтверждение идентичности сортов голубики, отобранных в отраслевой лаборатории «ДНК и клеточных технологий в растениеводстве и животноводстве» УО «Полесский государственный университет», с использованием SSR маркеров.

В качестве объектов брали лист и стебель адаптантов голубики высокорослой, произведённых методом клонального микроразмножения *in vitro* на базе отраслевой лаборатории «ДНК и клеточных технологий в растениеводстве и животноводстве» биотехнологического факультета УО «Полесский государственный университет».

Выделение ДНК проводили с помощью метода ЦТАБ-PVP-меркаптоэтанол [3]. Концентрацию и чистоту образцов определяли электрофоретическим разделением полученного продукта в агарозном геле, а также спектрофотометрическим анализом.

При оценке генетического разнообразия сортов голубики использовали три пары микросателлитных ДНК-праймеров: CA421F/F и CA421F/R, NA1040/F и NA1040/R, VССK4/F и VССK4/R [4]. Смесь для ПЦР-амплификации содержала основные компоненты.

Фрагментный анализ продуктов ПЦР-реакции с микросателлитными праймерами был осуществлен с использованием генетического анализатора «Applied Biosystems 3500» в аккредитованной лаборатории ЦКП «Геном» ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси».

Для учета результатов описывался спектр ДНК-фрагментов, где локусы обозначались по названию праймера, а аллели — по размерам ДНК-фрагментов (в парах нуклеотидов). Маркеры, полученные в результате проведенного анализа сравнивали с аллельный набор для того же сорта из Corvallis Vaccinium Database (Министерство сельского хозяйства США) и литературных источников [5, 6].

Необходимым элементом селекционного процесса, питомниководства и коммерческого распространения сортов является их идентификация, которая позволяет следить за чистотой сортов и соответствием их известному стандарту. Вегетативно размножаемые сорта не должны содержать примесей любых других генотипов. Если молекулярно-генетическая формула растения сорта, размножаемого таким образом, отличается от формулы заявленного сорта, то такое растение считают несоответствующим сорту [7].

Нами были протестированы 8 генотипов голубики высокорослой с применением трех различных пар SSR-праймеров [4], обладающих высоким уровнем полиморфизма, позволяющих провести идентификацию сортов. Сиквенс последовательности праймеров представлен в таблице.

С их помощью среди 8 представителей голубики высокорослой в общей сложности было выявлено 28 полиморфных ал-

Таблица — Микросателлитные праймеры для идентификации полиморфизма сортов голубики высокорослой

№	Название	Последовательность праймера, 5'–3'	Температура отжига праймера, T _m /°C
1	CA421F/F CA421F/R	TCAAATTCAAAGCTCAAATCAA GTTTAAGGATGATCCCGAAGCTCT	58
2	NA1040/F NA1040/R	GCAACTCCAGACTTTCTCC GTTTAGTCAGCAGGGTGACAAA	65
3	VCCK4/F VCCK4/R	CCTCCACCCACTTTCATTA GCACACAGGTCCAGTTTTTG	65

Примечание:

/F — прямой праймер; /R — обратный праймер.

лелей. Количество полиморфных аллелей для каждого праймера составило: CA421F — 10, NA1040 — 10, VCCK4 — 8.

Аллельные наборы SSR-локусов трех проанализированных сортов голубики высокорослой (Блюкроп, Дюк и Герберт) совпадают с аллельными спектрами из *Corvallis Vaccinium Database* и *Genetic Resources Information Network* (Министерство сельского хозяйства США) [5], что позволяет идентифицировать сортовую принадлежность растений. Аллельных наборов SSR-маркеров с выбранными праймерами для сортов Шантеклер, Денис блю, и Пуру в базе данных нет. В целях повышения эффективности генетических исследований, полученные ранее результаты необходимо расширить за счет включения новых маркеров, которые могут быть полезными для разработки селекционных программ в разных странах.

Оставшиеся два сорта не соответствуют формуле заявленного оригинала из *Corvallis Vaccinium Database*.

Предложенный метод ДНК-паспортизации обеспечивает возможность сравнить генотипы всех сортов, особенно востребованных в разных коллекциях.

Авторы признательны сотруднику отдела биохимии и биотехнологии растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси (г. Минск) А. Н. Юхимуку за помощь в проведении экспериментов.

Список использованной литературы

1. Дрозд, О. В. Сезонный ритм роста и развития новых сортов голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.), интродуцированных в Белорусском Полесье / О. В. Дрозд // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. бiял. навук. — 2018. — Т. 63. — № 4. — С. 472–485.
2. Blueberry cultivar identification using random amplified polymorphic DNA and sequence-characterized amplified region markers / С. Н. Kang [et al.] // HortScience. — 2017. — Vol. 52. — № 11. — P. 1483–1489.
3. Водчиц, Н. В. Применение ISSR-маркеров для генетической паспортизации и сертификации растений рода *Vaccinium* / Н. В. Водчиц // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. бiял. навук. — 2016. — № 3. — С. 115–120.
4. Boches, P. S. Microsatellite markers for *Vaccinium* from EST and genomic libraries / P. S. Boches, L. J. Rowland, N. V. Bassil // Mol. Ecol. Notes. — 2005. — Vol. 5. — P. 657–660.
5. NCGR-Corvallis *Vaccinium* Catalog [Электронный ресурс] // U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. — Режим доступа: <https://www.ars.usda.gov/pacific-west-area/corvallis-or/national-clonal-germplasm-repository>. — Дата доступа: 20.01.2021.
6. Генотипическая и фенотипическая верификация растительных коллекций для создания генетического банка и генофонда интродуцированных сортов голубики высокой (*Vaccinium corymbosum* L.) методом микрклонального размножения / В. Л. Филипеня [и др.] // Садоводство и виноградарство. — 2018. — № 2. — С. 54–57.
7. Молекулярные методы идентификации и генотипирования яблони и груши / О. Ю. Урбанович. — Минск : Право и экономика, 2013. — 210 с.

Мицелиальные и немитцелиальные грибы ризопланы и эндосферы корней винограда культурного (*Vitis vinifera*)

Н. Н. Волынчук, О. Н. Жук

Беларусь, Пинск, Полесский государственный университет

Введение

Виноград, одна из древнейших продовольственных культур, которая вследствие достижений селекции последних десятилетий и изменений климата в сторону потепления активно осваивает новые нетрадиционные для него регионы [3, 5]. В Беларуси промышленное виноградарство находится только в начале становления и наиболее подходящие для него условия складываются в Гомельской, Брестской и юге Минской областях, где выращивание этой замечательной ягоды экономически целесообразно. В Пинском регионе винограду внимание уделялось издавна. На данное время площадь первого промышленного виноградника Беларуси на территории Пинского винодельческого завода составляет более 70 гектаров, в перспективе — дальнейшее расширение плантаций этой культуры. А заложен он был посадочным материалом из сортов коллекции Опорного пункта по винограду и другим южным культурам, созданного в Пинске еще в 1948 году [14].

Растительный организм можно рассматривать как сложную экосистему, в которой различные ниши заселены микроорганизмами, причем разные виды растений являются средой обитания характерных для них микробов. Состав микрофлоры зави-

сит также и от условий произрастания того или иного вида растений, включая климатические условия и состав почвы. Это создает основу для одного из перспективных направлений современного адаптивного растениеводства — разработка биотехнологических агроприемов управления микробиотой для оптимизации биологической продуктивности растений и защиты их от фитопатогенов. Это в полной мере относится и к винограду — прекрасной модельной системе для изучения микробиома древесных многолетних культур в принципе [6, 7, 10], и для получения конкретных результатов по данной культуре. Активный обмен веществ, осуществляемый корневой системой винограда с внешней средой (поглощение и выделение), обуславливает развитие разнообразной микрофлоры в его корнях (эндосфере) и в прикорневой зоне (ризосфере и ризоплане) [4].

Изучение микробиоты винограда каждой конкретной плантации откроет перспективы создания микробных препаратов, улучшающих рост, развитие, плодоношение виноградной лозы и повышение качества ягод.

Цель данного исследования — изучить мицелиальные и немитцелиальные грибы ризопланы и эндосферы корней винограда культурного, растущего на промышленной плантации Пинского винодельческого завода.

Материалы и методы исследования

Исследования выполнены на кафедре биотехнологии ПолесГУ в 2020–2021 гг. Образцы корней трехлетнего винограда культурного отобраны на плантации ОАО «Пинский винодельческий завод» на глубине 30 см (рН почвы 5,5). Для выделения микроорганизмов использовали метод последовательных отмываний корней по Теппер [2]. Для определения количественного состава мицелиальных грибов использовали среду Чапека, дрожжей — среду Сабуро. Посевы инкубировали при температуре 30 °С в течение 72 часов (для дрожжей), 4 недель (для плесневых грибов). Контроль роста выделенной культуры осуществляли визуально, учитывая особенности роста на плотных (Лундина, Городковой, глюкозо-аммо-

нийной, среде YEPD — для дрожжей [1]; Чапека, Сабуро, крахмало-аммиачный агар, кукурузный агар, картофельно-декстрозный агар — для мицелиальных грибов) и жидких (глюкозо-аммонийной, виноградном сусле — для дрожжей) питательных средах. Идентифицировали микроорганизмы на основании изучения макроморфологических, микроморфологических и физиолого-биохимических свойств. Математический анализ данных был выполнен при помощи программы *Microsoft Excel 2010*.

Результаты исследования

В результате проведенных экспериментов определен состав грибов в ризоплане и эндосфере корней винограда культурного, количественная составляющая которых представлена в таблице.

Из таблицы следует, что численность указанных физиологических групп микроорганизмов в ризоплане значительно выше, чем в эндосфере. В ризоплане население дрожжей в 1,3 раза превышает количество плесневых грибов. Эндосфера характеризуется противоположным соотношением.

Идентификация штаммов исследуемых микроорганизмов позволила определить частоту встречаемости отдельных представителей. Количественный состав немикелиальных грибов в ризоплане и эндосфере винограда культурного представлен на рисунке 1.

Из всей выделенной микробиоты только в ризоплане встречались *Candida humicola*, *Pichia sp.*, являющиеся представителями отдела *Ascomycota*. В эндосфере было идентифицировано три ви-

Таблица — Численность микроорганизмов ризопланы, эндосферы винограда культурного (*Vitis vinifera*) (*P ≤ 0,05)

Физиологическая группа	Численность микроорганизмов, КОЕ/г (M±m)	
	ризоплана	эндосфера
Плесневые грибы	5,4 ± 0,2×10 ³	2,11' ± 0,2×10 ²
Дрожжи	7,1 ± 0,2×10 ³	1,7'' ± 0,1×10 ²

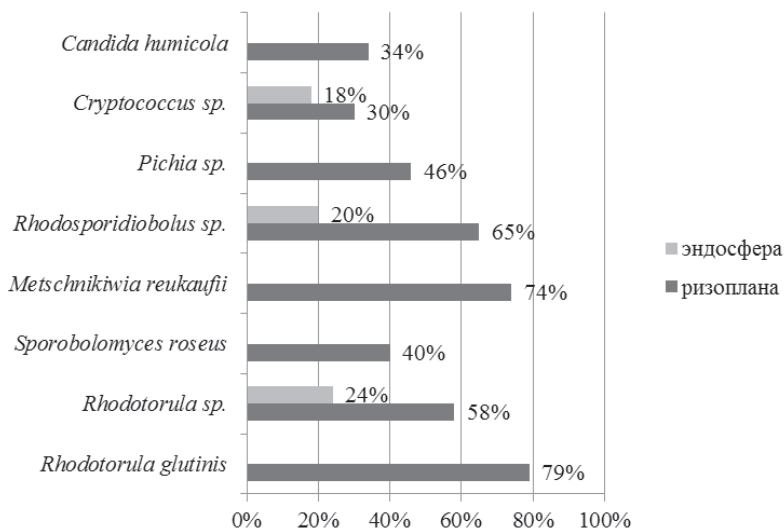


Рисунок 1 — Количественный состав дрожжей ризопланы и эндосферы корней *Vitis vinifera*

да дрожжей: *Rhodotorula sp.*, *Cryptococcus sp.*, *Rhodosporidiobolus sp.*, принадлежащих к отделу *Basidiomycota*, доминировали представители класса *Microbotriomycetes*. На основе анализа литературных данных установлено, что на плантациях винограда Китая в корнях выделены эндофитные дрожжи *Filobasidium*, *Pichia*, *Candida*, *Cryptococcus* [13], Ирана — *Hanseniaspora uvarum*, *Pichia terricola*, *Metschnikowia sinensis*, *Aureobasidium pullulans*, *Candida membranifaciens* [9], Южной Африки — *Aureobasidium*, *Cryptococcus*, *Rhodotorula* и *Sporobolomyces* [8], что одновременно свидетельствует о сходстве и различии микробиома корней винограда в разных регионах.

Выявлены также грибы — представители отдела *Ascomycota*, порядков *Hypocreales* и *Eurotiales* с числовым превалированием последних. Присутствовали плесневые грибы семейств *Aspergillaceae* и *Nectriaceae*. В ризоплане чаще встречались плесневые грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*, в эндосфере — *Fusarium* (рис. 2).

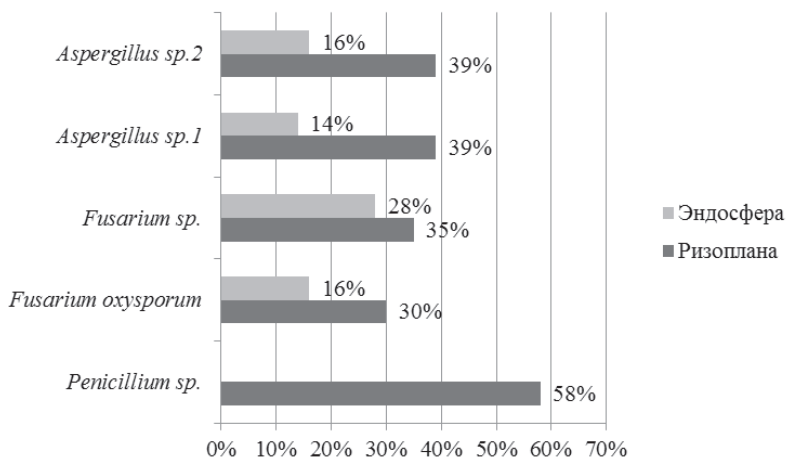


Рисунок 2 — Количественный состав плесневых грибов ризопланы и эндосферы корней *Vitis vinifera*

Таким образом, микробиота ризопланы и эндосферы корней *Vitis vinifera* плантации Пинского винодельческого завода представляет собой большое разнообразие грибного сообщества. Установлено, что качественный состав доминантных популяций микроорганизмов ризопланы и эндосферы неодинаков. Требуются дальнейшие углубленные исследования микроорганизмов, окружающих и населяющих виноград, для повышения качества конечной продукции и целенаправленной борьбы с фитопатогенами.

Список использованной литературы

1. Бабьева, И. П. Методы выделения и идентификации дрожжей / И. П. Бабьева, В. И. Голубев. — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 120 с.
2. Нетрусов, А. И. Практикум по микробиологии: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. И. Нетрусов, М. А. Егорова, Л. М. Захарчук. — М.: Академия, 2005. — 608 с.

3. Олешук, Е. Н. Виноградарство в Беларуси: состояние и перспективы // *Наше сельское хозяйство: Агрономия*. — 2013. — № 7. — С. 94–98.
4. Юрченко, Е. Г. Растительно-микробные ассоциации виноградных растений. — Проблемы агрогенной трансформации почв в условиях монокультуры: Материалы симпозиума «Развитие фундаментальных исследований по проблемам агрогенной трансформации почв в условиях монокультуры». — Краснодар, 2013. — С. 103–108.
5. Янчевская, Т. Г. Опыт решения проблем интродукции и технологии промышленного выращивания винограда в условиях Беларуси / Т. Г. Янчевская [и др.]. — Минск: Право и экономика, 2012. — 16 с.
6. Belda, I. From vineyard soil to wine fermentation: microbiome approximations to explain the «terroir» concept / I. Belda [et al.] // *Front Microbiol*. — 2017. — No. 7. — P. 805–821.
7. Bona, E. Combined bacterial and mycorrhizal inocula improve grape quality at reduced fertilization / E. Bona [et al.] // *Nature*. — 2017. — P. 181–198.
8. Carmichael, P. C. Exploring the microbial communities associated with *Botrytis cinerea* during berry development in table grape with emphasis on potential / P. C. Carmichael [et al.] // *European Journal of Plant*. — 2019. — P. 919–930.
9. Ghanbarzadeh, B. Biodiversity of epiphytic and endophytic yeasts on grape berries in Iran / B. Ghanbarzadeh [et al.] // *Nova Hedwigia Band*. — 2020. — P. 137–156.
10. Gilbert, J. A. Microbial terroir for wine grapes / J. A. Gilbert et al. // *Proc Natl Acad Sci USA*. — 2015. — P. 115–126.
11. Marasco, R. Grapevine rootstocks shape underground bacterial microbiome and networking but not potential functionality / R. Marasco [et al.] // *Microbiome*. — 2018. — No. 5. — P. 62–78.
12. O'Malley, M. A. From endosymbiosis to holobionts: evaluating a conceptual legacy / M. A. O'Malley [et al.] // *Journal of theoretical Biology*. — 2017. — P. 34–41.
13. Ya, L. Isolation and identification of resveratrol-producing endophytes from wine grape Cabernet Sauvignon / L. Ya [et al.] // *SpringerPlus*. — 2016. — P. 1–13.
14. Адамович, В. Пинский опорный пункт по винограду и другим южным культурам / В. Адамович [Электронный ресурс]. — 2021. — Режим доступа: <http://myvinogradnik.ru/pinskij-opornyj-punkt-po-vinogradu-i-drugim-yuzhnym-kulturam/>. — Дата доступа: 16.03.2021.

Биохимический состав листьев голубики высокорослой

А. М. Деева, Е. В. Спиридович, В. Н. Решетников

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

Растения часто могут выступать в качестве индикаторов изменений среди компонентов экосистем, которые можно наблюдать под воздействием природных и антропогенных факторов. Морфологические изменения растений (различная окраска листьев, их размеры, продолжительность роста и т. п.) отражают биохимические процессы. Различные виды растений имеют определенное их количество и соотношения, меняющиеся как в процессе роста и фенологического состояния, так и в зависимости от условий произрастания (преимущественно климатических) [1]. В условиях постоянного ухудшения экологической обстановки, частого потребления некачественной пищи, ультрафиолетового воздействия организм может подвергаться разрушающему действию свободных радикалов, что в конечном итоге может привести к развитию окислительного стресса. Наиболее перспективны для коррекции антиоксидантного статуса продукты растительного происхождения, богатые полифенолами, витаминами, каротиноидами и др., благодаря их широкому распространению, доступности, ценным свойствам и сравнительно низкой токсичности.

Проводимые в мире и Республике Беларусь исследования по изучению биохимического состава плодов и листьев голубики высокорослой показали, что она является ценным пищевым сырьем и потенциальным источником целого ряда биологически активных веществ [2–5].

Целью нашей работы было изучить состав и активность антиоксидантной системы листьев 9 сортов голубики высокорослой в период цветения, которые характеризуются разными сроками созревания плодов: Bluecrop, Bluegold, Brigitta Blue, Denise Blue, Duke, Elizabeth, Hardyblue, Nelson, Northland. Все образцы были собраны в южной агроклиматической зоне Республики Беларусь.

В нашей работе для оценки антиоксидантного потенциала листьев *V. corymbosum* мы определяли суммарное содержание фенольных соединений модифицированным методом Фолина — Чокальтеу [6], количество аскорбиновой кислоты [7, с. 85–122], Определение активности пероксидаз (ПО, КФ 1.11. 1.7) в образцах проводили по методу Бояркина [8], используя в качестве хромогенного субстрата бензидин. Каталазную активность (1.11.1.6) определяли модифицированным методом на основе методик Chance, Maehly [9] и Aebi [10]. Субстратом фермента служила перекись водорода, приготовленная на 50 мМ фосфатном буфере (pH 7,0) по прописи из каталога фирмы «Sigma» [11]. Антиоксидантные свойства голубики оценивались в системе с катион-радикалами АБТС+• [12].

Аскорбиновая кислота является мощным антиоксидантом, кофактором некоторых ферментов и вовлечена в регуляцию клеточного деления [13]. Широко известно, что она оказывает противовоспалительное и противоаллергическое действие в организме человека и животных, регулирует свертываемость крови, нормализует проницаемость капилляров, необходима для кроветворения, является для человека витамином С. По результатам эксперимента содержание аскорбиновой кислоты находилось в пределах 7–17 мг/100 г СВ (рис. 1).

По результатам измерений было получено, что суммарное содержание фенольных соединений в исследуемых объектах колеблется в пределах от $34,94 \pm 1,5$ мг/г сухого веса (СВ) (Elizabeth) до $62,68 \pm 3,1$ мг/г СВ (Duke) (рис. 2).

Для оценки активности антиоксидантной системы листьев голубики измерялись величины активности одних из основных ферментов антиоксидантной защиты каталазы и пероксидазы. Активность каталазы в листьях колебалась в пределах от

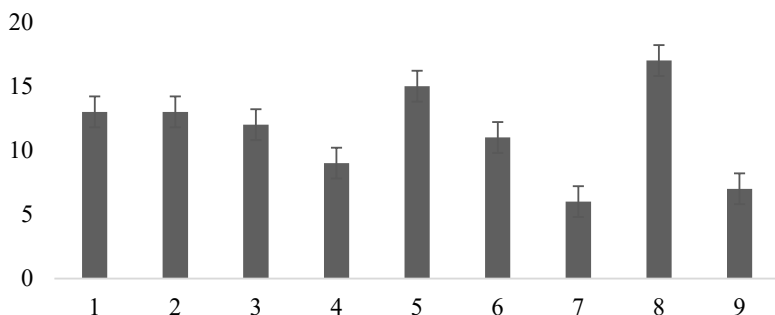


Рисунок 1 — Содержание аскорбиновой кислоты в листьях голубики в фазу плодоношения растения, мг /100 г СВ (1 — Bluegold, 2 — Duke, 3 — Northland, 4 — Bluecrop, 5 — Hardyblue, 6 — Denise Blue, 7 — Elizabeth, 8 — Brigitta Blue, 9 — Nelson)

1,11 моль H_2O_2 / (мг белка мин) до 1,47 моль H_2O_2 / (мг белка мин). Активность пероксидазы в листьях достигала максимального значения у сорта Hardyblue.

Антиоксидантные свойства голубики оценивались в системе с катион-радикалами АБТС+•. По результатам, приведенным на рисунке 3 видно, что АОА, измеренная при помощи АБТС+•, колебалась в пределах от 26,95 до 47,68 мкмоль тролокса/г СВ после 1 минуты проведения реакции и от 28,42 до 54,26 мкмоль тролокса/г сухих листьев после 6 минут.

Из сравнения характера кинетических кривых рисунка 4 и показателей АОА в течение 1 и 6 минут реакции можно сделать вывод, что соединения, обладающие активностью, в основном реагировали с АБТС+• в течение первой минуты, обеспечивая 92,1–99,8 % вклада в АОА, а затем протекала более медленная стадия, сопровождавшаяся незначительным обесцвечиванием раствора АБТС+• (рис. 4).

На рисунке 5 представлена корреляционная связь между величиной АОА и содержанием фенольных соединений (коэффициенты корреляции составили 0,81 и 0,77 соответственно после 1 и 6 минут проведения испытаний).

Коэффициенты являлись значимыми на основании того, что расчетные значения критерия Стьюдента во всех корреляцион-

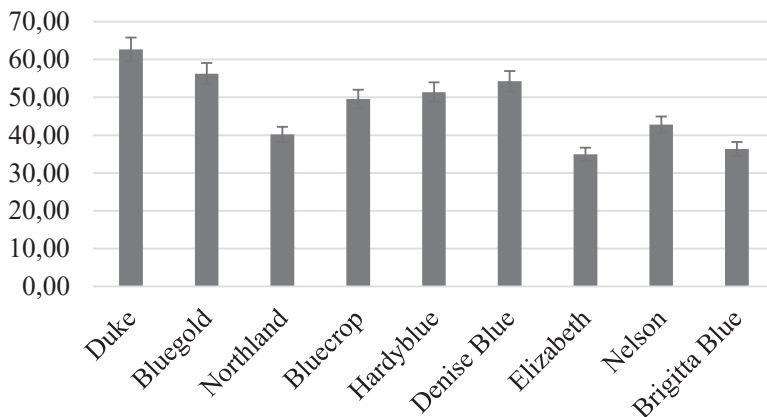


Рисунок 2 — Суммарное содержание фенольных соединений в исследуемых сортах голубики высокорослой

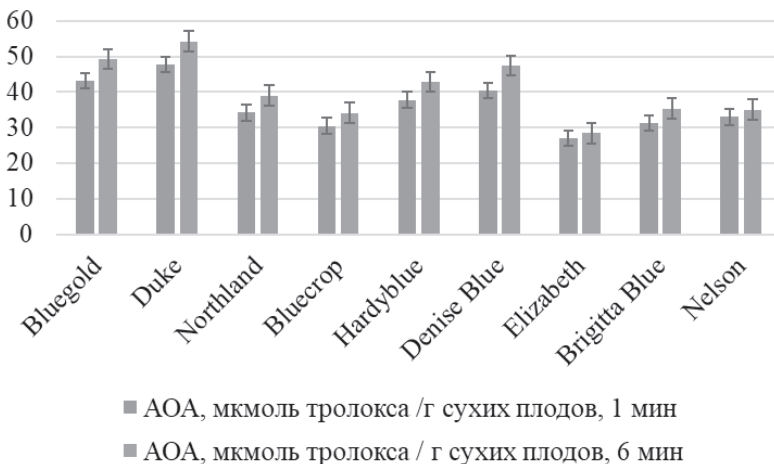


Рисунок 3 — Антирадикальная активность экстрактов листьев 9 сортов *Vaccinium corymbosum* L.

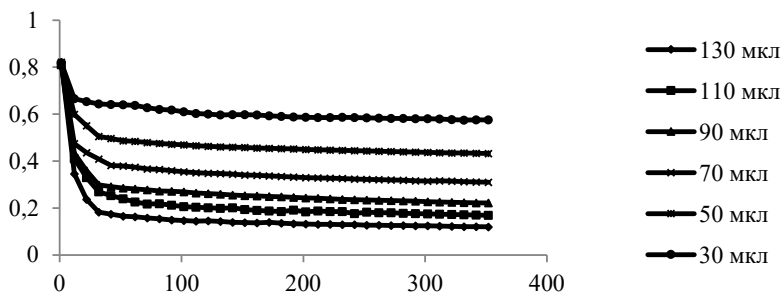


Рисунок 4 — кинетические кривые обесцвечивания раствора с катион-радикалами АБТС+• в присутствии различных объемов экстракта листьев сорта Duke

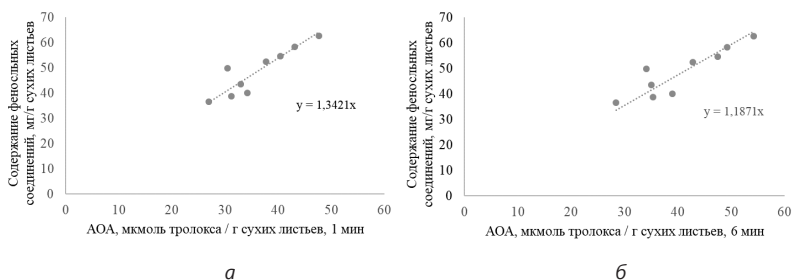


Рисунок 5 — корреляционная связь между АОА, мкмоль тролокса/г сухих листьев и содержанием фенольных соединений, мг на 100 г сухих листьев после 1 (а) и 6 (б) минут проведения эксперимента

ных полях превышали табличные (количество степеней свободы 7 и уровень значимости $p < 0,05$), т. е. существует положительная корреляционная связь между АОА и содержанием фенольных соединений. Таким образом АОА листьев голубики и фитопрепаратов на их основе может быть достоверно оценена по содержанию фенольных веществ.

Благодарность. Авторы выражают благодарность заведующему отраслевой лабораторией интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси к. б. н. Н. Б. Павловскому за предоставленный растительный материал.

Список использованной литературы

1. Голубева Е. И., Червякова А. А., Шмакова Н. Ю., Зимин М. В., Тимохина Ю. И. Видовые и фитоценоотические особенности пигментного состава растений Севера // Экология. — 2019. — № 1. — С. 6–12.
2. Растительная биотехнология — способ рационального использования биосинтетического потенциала / В. Н. Решетников [и др.] // Наука и инновации. — 2014. — № 5. — С. 21–25.
3. Интродукция малораспространенных культур плодоводства в условиях Беларуси (клюква крупноплодная, голубика высокорослая, актинидия аргута, актинидия коломикта, актинидия полигамная) / Ж. А. Рупасова [и др.]. — Минск: Беларуская навука, 2019. — 209 с. — ISBN 978-985-08-2455-4.
4. Phenolic profile and antioxidant activity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during fruit maturation and ripening / A. D. R. Castrejón [et al.] // Food Chemistry — 2008. — Vol. 109. — № 3. — P. 564–572.
5. Pervin Mehnaz Antibacterial and antioxidant activities of *Vaccinium corymbosum* L. leaf extract // Mehnaz Pervin, Abul Hasnat Beong, Ou Lim / Asian Pacific Journal of Tropical Disease. — 2013. — Vol. 3. — № 6. — P. 444–453.
6. Analysis of antioxidative phenolic compounds in artichoke (*Cynara scolymus* L.) / M. Wang [et al.] // Journal of agricultural and food chemistry. — 2003. — Vol. 51. — № 3. — P. 601–608.
7. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков [и др.]; под общ. ред. А. И. Ермакова. — Агропромиздат. Ленингр. отделение, 1987. — Гл. 4. — С. 85–122.
8. Бояркин А. Н. Быстрый метод определения активности пероксидазы / А. Н. Бояркин // Биохимия. — 1951. — Т. 16. — № 4. — С. 352–355.
9. Chance, B. Assay of catalases and peroxidases / B. Chance, A. C. Maehly // Method sin Enzymology. — 1955. — Vol. 2. — P. 764–773.
10. Aebi, H. E. Catalase // Methods in Enzymatic Analyses / Ed. Bergmeyer H. U. — 1955. — Vol. 2. — P. 764–773.
11. Реактивы для биохимии и исследований в области естественных наук: каталог фирмы «Sigma» (США). — 1999. — С. 229.
12. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. / R. Re [et al.] // Free Radical Biology and Medicine. — 1999. — Vol. 26. — № 9/10. — P. 1231–1237.
13. Чупахина, Г. Н. Природные антиоксиданты (экологический аспект) / Г. Н. Чупахина, П. В. Масленников, Л. Н. Скрышник. — Калининград: Балтийский федеральный университета им. И. Канта, 2011. — 111 с.

Завязываемость плодов разных сортов голубики высокорослой

О. В. Дрозд

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

Введение

Рентабельность возделывания плодовых и ягодных культур, в том числе голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.), определяется величиной и качеством урожая, который, в свою очередь, зависит как от биологических особенностей сорта, так и от климатических и эдафических особенностей местности, метеоусловий года, комплекса проводимых агротехнических мероприятий. При этом основной причиной неудовлетворительного плодоношения, как правило, становится низкая адаптивность интродуцированных сортов голубики к варьирующимся погодно-климатическим условиям района интродукции в период цветения, роста и созревания ягод [1].

Цель исследования — оценка завязываемости плодов новых интродуцированных в Беларуси сортов голубики высокорослой в зависимости от сортовой специфики и погодно-климатических условий.

Объекты и методы исследования

Исследования выполняли в течение 2017–2020 гг. в коллекционных насаждениях отраслевой лаборатории интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений Центрального бота-

нического сада НАН Беларуси, расположенной в Ганцевичском районе Брестской области. Объектом исследований являлись 15 сортов голубики высокорослой разных сроков созревания урожая. Насаждения голубики были созданы двухлетними корнесобственными саженцами в 2008 г.

Характеристика погодных условий в период цветения, роста и созревания плодов голубики (май-август) в годы исследований приведена по данным метеорологической станции г. Ганцевичи. Дополнительно проводился мониторинг наличия заморозков на коллекционном участке. В период цветения и формирования плодов были отмечены ночные заморозки (до -4°C) 4 июня 2017 г. и 7 июня 2018 г.

Определялся процент завязавшихся ягод от числа цветков (опыляемость) и процент зрелых плодов от числа цветков (завязываемость). Для этого на растениях каждого сорта у 20 соцветий подсчитывалось число цветков, завязавшихся ягод и зрелых плодов. Оценка степени изменчивости признаков осуществлялась по величине коэффициента вариации по шкале В. С. Смирнова [2]. Учет и оценка повреждений отрицательными температурами воздуха генеративных органов голубики проводилась через 3–5 дней после заморозка [3].

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

Результаты и их обсуждение

Завязываемость плодов голубики высокорослой в зависимости от таксона составляет в среднем от 46 % у сорта Chandler до 83 % у сорта Sunrise (табл.). Анализ зависимости завязываемости ягод голубики от срока созревания урожая не дал четкой закономерности, однако, прослеживается тренд, свидетельствующий о более низком потенциальном выходе зрелых плодов у позднеспелых сортов голубики по сравнению с ранне- и среднеспелыми таксонами данной культуры. Показатель завязываемости позднеспелых культиваров равен в среднем 62 %. Завязываемость пло-

дов ранне- и среднеспелых сортов в среднем по группам составляет 72 и 76 % соответственно.

Показатели изменчивости (коэффициенты вариации) завязываемости плодов исследуемых сортов голубики значительно варьируются по годам: от низкого уровня изменчивости до очень высокого. Низкий уровень изменчивости коэффициентов вариации значений выхода зрелых плодов (8–12 %) отмечен у сортов Bluejay, Nui, Puru, Spartan и Sunrise; средний (13–20 %) — у сортов Collins, Chanticleer и Toro; повышенный (21–40 %) — у сортов Bluecrop, Brigitta Blue, Denise Blue, Goldtraube, Chandler и Bonifacy; очень высокий уровень изменчивости значений завязываемости (> 40 %) характерен для сорта Bonus. Чем ниже уровень изменчивости значений завязываемости ягод у того или иного сорта голубики, тем более стабильным плодоношением обладает данный таксон и, как следствие, такой сорт голубики характеризуется более высокой адаптивной способностью к варьирующимся погодно-климатическим условиям района интродукции.

Показатели завязываемости плодов голубики высокорослой по годам варьировались в достаточно широких пределах и составили в среднем от 57 % в 2018 г. до 84 % в 2020 г. На завязываемость плодов голубики оказали влияние такие погодно-климатические факторы, как влажность и температура воздуха. При этом основной лимитирующий температурный фактор — это снижение температуры воздуха до минусовых показателей (заморозки) во время цветения и формирования плодов. Так, низкие средние показатели завязываемости плодов голубики в 2017 и 2018 гг. (66 и 57 % соответственно) были обусловлены преимущественно наличием ночных заморозков в первой декаде июня. В 2017 г. снижение температуры воздуха до -4°C было отмечено в период массового цветения растений голубики. В 2018 г. отмечалось аналогичное снижение температуры в первой декаде июня, однако, в отличие от 2017 г., к этому времени у всех исследуемых сортов голубики завязались плоды. Воздействие низких температур на формирующиеся ягоды привело к большему повреждению генеративных органов и, как следствие, к снижению на 12 % среднего показателя завязываемости плодов в 2018 г. (57 %) по сравнению с 2017 г.

(66 %). На степень повреждения генеративных органов голубики низкими температурами оказывают влияние такие факторы, как стадия развития генеративной сферы растений, температуры воздуха, предшествующие заморозку, продолжительность и сила заморозка, скорость ветра, облачность и др. [4]. Так, в 2017 г. наблюдалось постепенное снижение среднесуточных, максимальных и минимальных показателей температуры воздуха перед заморозком в течение 5 суток на 10,2–10,4 °С, что способствовало закалке растений голубики. И наоборот, в 2018 г. отмечено резкое снижение показателей среднесуточной и максимальной температур воздуха на 9,0 и 12,1 °С за 2 суток до заморозка, а минимальной — на 9,1 °С в течение 1 суток, что наряду с более поздней стадией развития генеративных органов и привело к их большому повреждению.

Анализ влияния погодно-климатических факторов на завязываемость плодов голубики показал, что выраженный дефицит осадков во время цветения и роста плодов на фоне повышенной среднесуточной температуры весьма негативно влияет на выход зрелых ягод. И наоборот, выпадение осадков в пределах близких к климатической норме или несколько выше ее и температуре, близкой к среднеголетним значениям, способствует повышению завязываемости плодов голубики. Так, низкая средняя опыляемость цветков голубики в 2018 г., составившая 88 %, была обусловлена острым дефицитом осадков (17 % от климатической нормы за месяц) на фоне повышенных среднесуточных температур воздуха (124 %) в период цветения, что привело к частичному осыпанию цветков. И, наоборот, в 2019–2020 гг., когда во время цветения голубики суммы выпавших осадков варьировались от значений близких к средней многолетней норме до превышающих ее в 2–4 раза, опыляемость была выше и составила 94 и 91 % соответственно.

Несмотря на наибольшие средние показатели опыляемости в 2019 г. максимальный выход зрелых плодов от числа цветков отмечен в 2020 г. и составил в среднем 84 %. Анализ соотношения опыляемости к завязываемости показывает, что число плодов на ранней стадии развития (до 5 мм в диаметре), как правило, боль-

Таблица — Завязываемость плодов разных сортов голубики в 2017–2020 гг.

Сорт	2017		2018		2019		2020		Среднее	
	завязываемость, %	опыляемость, %	завязываемость, %	опыляемость, %	завязываемость, %	опыляемость, %	завязываемость, %	опыляемость, %	завязываемость, %	опыляемость, %
Раннеспелые										
Bluejay	81 ± 9	91 ± 10	76 ± 21	98 ± 3	70 ± 20	91 ± 9	84 ± 10	78 ± 4	8	
Collins	79 ± 14	86 ± 12	65 ± 20	96 ± 5	81 ± 13	91 ± 11	90 ± 11	79 ± 6	13	
Chanticleer	45 ± 13	99 ± 3	51 ± 25	93 ± 5	60 ± 16*	83 ± 13*	57 ± 26*	53 ± 4*	13	
Spartan	70 ± 24	86 ± 10	71 ± 13	96 ± 6	70 ± 13	93 ± 7	87 ± 8	75 ± 5	11	
Среднее	69 ± 10	90 ± 4	66 ± 7	96 ± 1	70 ± 5	90 ± 3	79 ± 9	72 ± 7		
Среднеспелые										
Bluecrop (st)	60 ± 9	92 ± 6	63 ± 6	97 ± 3	84 ± 8	94 ± 5	92 ± 5	75 ± 9	21	
Denise Blue	62 ± 20	85 ± 16	48 ± 28	100 ± 0	77 ± 14	95 ± 5	94 ± 6	71 ± 12	28	
Nui	69 ± 20	80 ± 10	73 ± 10	91 ± 9	75 ± 14	88 ± 6	84 ± 4	75 ± 4	9	
Puru	70 ± 10	74 ± 18*	70 ± 15	93 ± 8	68 ± 11	95 ± 4	85 ± 8	74 ± 5	11	
Sunrise	88 ± 21*	86 ± 10	82 ± 11	97 ± 4	71 ± 13	92 ± 5	92 ± 5	83 ± 6	11	
Toro	82 ± 21*	69 ± 25*	58 ± 23	100 ± 0	85 ± 12	99 ± 3	96 ± 4	80 ± 10	20	
Среднее	72 ± 7	81 ± 6	66 ± 8	96 ± 2	77 ± 5	94 ± 2	91 ± 3	76 ± 3		

Продолжение таблицы

		Позднеспелые									
Bonifacy	63 ± 25	97 ± 4	35 ± 23*	99 ± 2	86 ± 7	92 ± 6	86 ± 6	68 ± 15	36		
Bonus	75 ± 13	99 ± 2	25 ± 15*	97 ± 4	77 ± 10	91 ± 11	81 ± 10	64 ± 16	41		
Brigitta Blue	52 ± 16	91 ± 8	53 ± 21	79 ± 8*	54 ± 13*	86 ± 9	80 ± 10	60 ± 8	22		
Chandler	46 ± 12	93 ± 5	25 ± 15*	73 ± 9*	57 ± 9*	76 ± 14*	57 ± 7*	46 ± 9*	33		
Goldtraube	43 ± 11	93 ± 9	54 ± 27	97 ± 5	74 ± 19	93 ± 5	90 ± 6	65 ± 13	32		
Среднее	56 ± 8	94 ± 2	40 ± 10	89 ± 8	69 ± 9	88 ± 5	79 ± 8	62 ± 5			
Среднее	66 ± 10	88 ± 6	57 ± 12	94 ± 5	73 ± 7	91 ± 4	84 ± 8	70 ± 7			
НСР _{0,05}	21,1	15,1	25,3	7,3	17,6	10,8	12,8	21,7			

Примечание.

* — статистически значимые различия.

ше числа созревших ягод, причем потери варьируются в достаточно широких пределах: от 7 % в 2020 г. до 31 % в 2018 г. В 2019 г. уменьшение выхода зрелых плодов от числа цветков в среднем на 21 % относительно показателей опыляемости преимущественно обусловлено дефицитом осадков (70 % от климатической нормы) на фоне повышенных среднесуточных температур (126 %) в период интенсивного роста и формирования ягод. В 2020 г. отмечены наименьшие потери плодов на стадии их роста, составившие 7 %, что обусловлено благоприятными погодно-климатическими условиями: температуры воздуха (100–117 %) и суммы осадков (96–110 %) находились в пределах среднеголетних месячных норм либо незначительно превышали их.

Заключение

Показатели завязываемости плодов у сортов голубики высокоурожайной в среднем составляют 46–83 %. Выявлено, что чем ниже уровень изменчивости значений завязываемости ягод у того или иного сорта голубики, тем более стабильным плодоношением обладает данный таксон и, как следствие, такой сорт голубики характеризуется более высокой адаптивной способностью к варьирующимся погодно-климатическим условиям района интродукции.

На завязываемость плодов голубики оказывают влияние такие погодно-климатические факторы, как осадки и температура воздуха. Осадки, выпадающие в пределах близких к среднеголетним значениям либо несколько выше их, и температура воздуха, близкая к климатической норме, способствуют повышению завязываемости плодов голубики. Выраженный дефицит осадков, особенно на фоне повышенной среднесуточной температуры во время цветения и роста ягод приводит к снижению завязываемости плодов. Основным лимитирующим температурным фактором во время цветения и формирования ягод голубики является снижение температуры воздуха до минусовых показателей (заморозки).

Список использованной литературы

1. Скрябина, А. А. К вопросу прогнозирования цветения голубики по генеративным почкам / А. А. Скрябина // Растительные ресурсы / Российская академия наук. — Санкт-Петербург: Наука, 1971. — Т. VII. — Вып. 1. — С. 91-95.
2. Смирнов, В. С. Изменчивость биологических явлений и коэффициент вариации / В. С. Смирнов // Журнал общей биологии. — 1971. — Т. 32. — Вып. 2. — С. 152-162.
3. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Российская академия сельскохозяйственных наук; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцевой. — Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. — 608 с.
4. Gough, R. E. The highbush blueberry and its management / R. E. Gough. — New York: Food Products Press, 1994. — 272 p.

Анализ изменчивости биопродукционных параметров у микрклонов голубики высокорослой в условиях роста *ex vitro* в присутствии микоризообразователей

Я. С. Камельчук¹, Н. А. Ламан²

¹Беларусь, Пинск, Полесский государственный университет

²Беларусь, Минск, Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси

Резюме. Исследовано влияние микоризации на адаптацию и рост микрклонов *Vaccinium corymbosum* L. в условиях *ex vitro*. Выявлено существенное положительное влияние микоризных грибов на биопродукционные параметры растений.

Summary. The influence of mycorrhization on the adaptation and growth of *Vaccinium corymbosum* L. microclones of *ex vitro* was studied. A significant positive effect of mycorrhizal fungi on the bioproductive parameters of plants was revealed.

Особый интерес к микоризным грибам возникает при микрклональном размножении растений, поскольку данный метод размножения предполагает получение только стерильных регенерантов. В этой связи на этапе их адаптации к условиям роста *ex vitro* необходимо возвращать микоризообразователи путем инокуляции саженцев или использовать микоризные подкормки на этапах формирования зрелого растения. Потребность изучения микоризообразования у саженцев семейства *Ericaceae* вызвана частичными потерями и снижением жизнеспособности регенерантов на раннем этапе их развития *ex vitro*, а также особенностью строения корневой системы [1, 2].

Для эксперимента использованы одинаковые по размеру регенеранты голубики высокорослой сортов *Bbluecrop* и *Patriot*. Микоризные грибы *Phialocephala fortinii* и *Pezizula sp.* выделяли из аборигенного вида черники (*Vaccinium myrtillus* L.) из естественной ценопопуляции. Для микоризации готовили грибной инокулюм из биомассы гриба глубинной культуры. Отбирали 1 г биомассы и растирали её в ступке с небольшим количеством стерильной воды. Полученную суспензию разводили в 1000 мл дистиллированной воды и использовали в качестве инокулюма [3, 4, 5]. Контролем служили регенеранты, не обработанные инокулюмом. Количество укорененных регенерантов для адаптации в каждом варианте опыта и в контроле составляло 50 шт., повторность в опытах пятикратная. Укорененные регенеранты высаживали в увлажненный верховой торф, осуществляли за ними ежедневный уход — трехкратное в день полив/опрыскивание и двукратное проветривание на протяжении не более 1 часа.

Учет анализируемых показателей — высоты адаптантов, количества междоузлий и боковых побегов, длину корней, накопление биомассы проводили через 14 недель их адаптации в световой установке биотехнологической лаборатории при температуре +25°C, фотопериоде день/ночь — 16 ч/8 ч, освещенности 3000 лк (люминесцентных лампы OSRAM L36W/76 Natura), относительной влажности воздуха 70 %.

Статистическую обработку проводили в программе Statistica 10.0, используя ANOVA, КРИТЕРИЙ Дункана ($p < 0.01$) для сравнения средних значений ($n = 5$). [6]. Для дисперсионного анализа данных и расчета доли влияния факторов использовали программу статистического анализа AB-Stat 1.0, разработанную в Институте генетики и цитологии НАН Беларуси (табл. 2) [7].

Результаты анализа исследованных у адаптантов показателей приведены в таблице 1.

Следует отметить достоверное существенное увеличение показателей количественных признаков у адаптантов *ex vitro* голубики высокорослой *Vaccinium corymbosum* L., инокулированных обоими микоризными грибами. Анализ изменчивости высоты растений по отношению к стартовым значениям каждого из вари-

Таблица 1 — Изменчивость количественных признаков у адаптантов в условиях *ex vitro*, предварительно инокулированных микоризными грибами

Сорт	Штамм	ВР, мм	КМ, шт.	ДК, мм	ПБ, г
Bluecrop	Контроль	67,4 ± 4,7	10,4 ± 0,6	30,7 ± 1,79	0,049 ± 0,005
	<i>Phialocephala fortinii</i>	125,5 ± 2,9**	15,7 ± 0,3**	41,2 ± 0,6**	0,251 ± 0,022**
	<i>Pezicula sp.</i>	104,8 ± 1,4**	14,4 ± 0,2**	39,1 ± 0,6**	0,150 ± 0,037**
	HCP _{0,05}	8,1	1,3	1,9	0,037
	HCP _{0,01}	10,9	1,8	2,7	0,051
Patriot	Контроль	70,0 ± 3,03	13,0 ± 0,5	29,6 ± 1,1	0,068 ± 0,005
	<i>Phialocephala fortinii</i>	105,3 ± 1,2**	17,1 ± 0,2**	39,7 ± 0,3**	0,200 ± 0,009**
	<i>Pezicula sp.</i>	94,6 ± 1,1**	16,7 ± 0,2**	38,2 ± 0,4**	0,129 ± 0,009**
	HCP _{0,05}	8,1	1,3	1,9	0,037
	HCP _{0,01}	10,9	1,8	2,7	0,051

Примечание.

Данные представлены как среднее арифметическое ± стандартная ошибка средней. Признаки: ВР — высота растений; КМ — количество междоузлий; ДК — длина корня; ПБ — прирост биомассы; Контроль — отсутствие обработки грибами-микоризообразователями. HCP_{0,05} — наименьшая существенная разница при $p < 0,05$; HCP_{0,01} — наименьшая существенная разница при $p < 0,01$. Полу жирным шрифтом выделены значения, достоверно отличающиеся от значения в контроле: * — при $p < 0,05$; ** — при $p < 0,01$.

антов опыта через 14 недель культивирования в условиях *ex vitro* выявил достоверное при $P < 0,01$ увеличение показателя в вариантах с применением инокулята на основе микоризообразующего гриба *Phialocephala fortinii* у сорта Bluecrop — на 86,2 %, у сорта Patriot — на 50,4 %. Высокие достоверные показатели изменения высоты растений наблюдали и при применении инокуляции на основе гриба *Pezicula sp.*, при $P < 0,01$ у сорта Bluecrop — на 55,5 %, у сорта Patriot — на 35,1 % в сравнении с контролем.

По количеству междоузлий адаптанты сорта Bluecrop достоверно (при $P < 0,01$) превышали адаптанты сорта Patriot, как при обработке инокулятом из *Phialocephala fortinii*, так и инокулю-

мом из *Pezicula sp.* (табл. 1). По сравнению с контролем превышение у сорта Блюкроп составило 51 % при обработке инокулюмом *Phialocephala fortinii* и 38,5 % *Pezicula sp.* У сорта Patriot наблюдали также рост числа междоузлий на 31,5 % при инокуляции *Phialocephala fortinii* и на 28,5 % *Pezicula sp.*

Анализ длины корней у адаптантов сортов Bluescop и Patriot выявил наибольшие достоверные при $P < 0,01$ увеличения как при применении инокулюма на основе микоризообразующего гриба *Phialocephala fortinii*, так и с инокулюмом из *Pezicula sp.*, у сорта Bluescop — на 34,2 % с *Phialocephala* и на 27,4 % с *Pezicula sp.* Также высокие достоверные показатели стимуляции роста корня отмечены и у сорта Patriot (табл. 1).

Анализ накопления биомассы растениями, инокулированными микоризными грибами, показал, что у исследованных сортов обработка обоими грибами привела к статистически достоверным при $P < 0,01$ различиям. Так, у сорта Bluescop с *Phialocephala* биомасса растений увеличилась в 5 раз и в 3 раза с *Pezicula sp.* У сорта Patriot такая же тенденция в увеличении биомассы — в 3 раза больше с *Phialocephala* и в 1,8 раза больше с *Pezicula sp.*

Двухфакторный дисперсионный анализ показал высоко достоверное (при $P < 0,01$) влияние грибов-микоризообразователей на изменчивость всех четырех исследуемых показателей, с долей влияния от 59,3 % до 84,5 % (табл. 2).

Выявлено достоверное (чаще при $P < 0,01$) влияние исследуемых факторов — сорта голубики и штаммы грибов-микоризообразователей, а также (достоверное при $P < 0,05$) сочетание данных факторов на изменчивость показателей «высота растений» (табл. 2). Доля влияния фактора «штаммы грибов-микоризообразователей» при этом превалировала и составляла 77,4 %. На изменчивость показателей «количество междоузлий» наибольшее влияние оказывали оба фактора, и доля их влияния составила 16,4 % и 59,3 %, соответственно (табл. 2). На изменчивость показателей «длина корней» и «прирост биомассы» наибольшее влияние оказал фактор «штаммы грибов-микоризообразователей», доля его влияния составила 84,5 % и 73,7 %, при этом наибольшая доля влияния этого фактора была на показатель «длина корней» (табл. 2).

Таблица 2 — Двухфакторный дисперсионный анализ изменчивости количественных признаков у адаптантов в условиях *ex vitro* голубики высокой *Vaccinium corymbosum* L., инокулированных микоризными грибами

ИВ	df	BP		KM		DK		PB	
		СК	ДВ, %	СК	ДВ, %	СК	ДВ, %	СК	ДВ, %
Общее	29	503,264	100,000	7,206	100,000	22,624	100,000	0,007	100,000
Фактор А	1	645,424**	4,423	34,197**	16,364	3,201	0,488	0,002	1,190
Фактор В	2	5647,278**	77,388	61,914**	59,256	277,118**	84,474	0,070**	73,681
А x В	2	328,808*	4,506	0,944	0,904	0,977	0,298	0,003	3,209
Повторности	4	126,830	3,476	2,529	4,840	1,380	0,841	0,003	5,340
Случайные отклонения	20	74,487	10,207	1,947	18,636	4,560	13,899	0,002	16,580

Примечание.

ИВ — источник варьирования; df — число степеней свободы; СК — средний квадрат; ДВ — доля влияния фактора; фактор А — сорта голубики высокой (Bluecrop, Patriot); фактор В — штаммы грибов-микоризообразователей (*Rhizoscypha fortinii*, *Pezizula sp.*, контроль); BP — высота растений; KM — количество междуузлий; DK — длина корня; PB — прирост биомассы. Полу жирным шрифтом выделены значения, достоверно отличающиеся от значения в контроле: * — при $p < 0,05$; ** — при $p < 0,01$.

Таким образом, проведенные исследования показали, что микоризация микроклонов голубики высокорослой на этапе перехода к условиям *ex vitro* значительно повышает устойчивость и улучшает питание адаптантов. Растения, инокулированные микоризными грибами, демонстрируют выраженный положительный ростовой ответ на колонизацию корней грибным мицелием, лучше развиваются корни, увеличивается биомасса, а сами растения успешнее адаптируются.

Список использованной литературы

1. Адаптация регенерантов *ex vitro* / Н. В. Кухарчик [и др.] // Плодоводство: сб. науч. ст. / Ин-т плодоводства Нац. акад. наук Беларуси. — Самохваловичи, 2006. — Т. 18. — Ч. 1. — С. 174–181.
2. Камельчук, Я. С. Влияние микоризации регенерантов голубики высокорослой на этапе их адаптации к условиям *ex vitro* на содержание фосфора в растениях / Я. С. Камельчук, Н. А. Ламан // Весці НАН Беларусі. Серыя біялагічных навук. — 2021. — Т. 66. — № 1. — С. 37–41.
3. Литвинов, М. А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов / М. А. Литвинов. // Л.: Наука. — 1969. — 121 с.
4. Звягинцев, Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д. Г. Звягинцев // М.: МГУ. — 1991. — 302 с.
5. Камельчук, Я. С. Особенности выделения и культивирования *in vitro* эндомикоризных грибов из корней представителей семейства вересковых (*Ericaceae* Juss.) / Я. С. Камельчук, Н. А. Ламан // Ботаника (исследования). Вып. 47. — Минск: «Колорград». — 2018. — С. 110–115.
6. Боровиков, В. П. STATISTICA: Искусство анализа данных на компьютере / В. П. Боровиков. — СПб., 2001. — 650 с.
7. Аношенко, Б. Ю. Программы анализа и оптимизации селекционного процесса растений / Б. Ю. Аношенко // Генетика. — М.: Наука, 2004. — Т. 30. — Приложение. — С. 8–9.

Влияние способа получения саженцев на площадь ассимиляционного аппарата растений голубики высокорослой

Т. В. Курлович

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

Фотосинтез является основополагающим фактором развития растений и формирования урожайности [1]. Продуктивность фотосинтеза растений определяется двумя главными показателями — суммарной площадью листьев (ассимилирующей поверхностью) и интенсивностью прироста сухого вещества в расчете на единицу площади листьев в сутки [2]. Очень информативными показателями роста и развития растений являются биометрические характеристики листовой поверхности, изменения размеров которой могут быть косвенным свидетельством изменений в растительном организме интенсивности фотосинтеза [3]. На этих показателях может сказываться и такой фактор, как способ размножения растений, что в дальнейшем может отразиться как на интенсивности роста саженцев, так и на продуктивности выращенных из них плодоносящих растений. С этой целью нами было проведено изучение особенностей ассимиляционного аппарата растений высокорослой голубики, выращенных из саженцев полученных методом черенкования (*in vivo*) и методом клонального микроразмножения (*in vitro*).

Объекты и методы исследований

Объектами наблюдений являлись 6-летние растения 4 сортов голубики высокорослой разных сроков созревания: ранне-

спелого — Weymouth, среднеспелого — Bluecrop, позднеспелых Elizabeth и Atlantic. В качестве объектов для наблюдений на модельных кустах каждого варианта исследований было отобрано по 5 наиболее характерных побегов ветвления первого порядка, на которых, в свою очередь, имелись побеги ветвления второго порядка с листьями и гроздью ягод. На отобранных побегах ветвления первого порядка учитывали количество побегов ветвления второго порядка, вычисляли их среднюю длину и среднее число листьев на одном побеге. Измеряли длину и ширину всех листьев, после чего вычисляли средние показатели этих параметров, и среднюю площадь листа по формуле $S = kab$, где k — коэффициент формы листа, a — его длина, b — его ширина. Для пересчета использовали коэффициенты формы листа голубики, вычисленные О. В. Дрозд и Н. Б. Павловским [4]. На основании полученных данных вычислялась площадь всей листовой поверхности модельного побега, осевого побега и всего куста.

Обработку данных проводили на персональном компьютере с помощью с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel на 95-процентном уровне значимости.

Результаты и их обсуждение

Научная информация о влиянии традиционного и культурального методов вегетативного размножения на рост, развитие и плодоношение сортовой голубики в нашей стране представляется крайне ограниченной и носит фрагментарный характер [5, 6.]. Вместе с тем при производстве посадочного материала черенкованием и культуральным способом в искусственной питательной среде с использованием ряда биологически активных соединений у растений создаются разные стартовые позиции для дальнейшего роста и развития в культуре *ex vivo*. В этой связи не исключено, что способ размножения может оказать определенное влияние на многие процессы их жизнедеятельности, в том числе и на площадь листовой поверхности.

Результаты измерений листового аппарата изучаемых сортов голубики высокорослой подтвердили предположение о положи-

тельном влиянии культурального метода вегетативного размножения на площадь ассимилирующей поверхности растений. В частности подсчет числа побегов ветвления на модельных побегах показал хоть и незначительное, но превышение этого показателя у растений, полученных методом *in vitro* у всех изучаемых сортов. В среднем число побегов ветвления второго порядка на модельном побеге варьировало в пределах 4,4–5,8 шт. у растений размноженных черенкованием и 4,8–6,2 у растений размноженных культуральным способом в искусственной питательной среде (табл. 1).

Аналогичная картина наблюдалась и при подсчете количества листьев (табл. 1). Среднее число листьев на одном побеге ветвления второго порядка варьировало от 7,6 до 9,5 шт. у растений полученных культуральным способом, и от 5,3 до 9,4 шт. у растений полученных методом черенкования. Исключением в данном случае оказался сорт *Elizabeth*, у которого число листьев на побегах ветвления в обоих вариантах оказалось практически одинаковым (9,5 шт. и 9,4 шт.).

Вычисление средней площади листовой пластинки показало что у сортов *Bluecrop* и *Elizabeth* этот показатель в варианте с растениями полученными из саженцев, размноженных черенкованием был несколько выше (8,6 см² и 10,3 см²), чем в вариан-

Таблица 1 — Среднее число побегов ветвления на модельном побеге и листьев на одном побеге ветвления 2-го порядка.

Сорт	Способ размножения	Число побегов ветвления, шт.	Коефф-т вариации признака, %	Среднее число листьев на 1 побеге, шт.	Коефф-т вариации признака, %
Weymouth	<i>in vivo</i>	5,8 ± 1,2	36,2	6,7 ± 2,4	54,1
	<i>in vitro</i>	6,2 ± 0,5	13,5	9,3 ± 2,6	42,5
Bluecrop	<i>in vivo</i>	4,4 ± 0,7	25,9	7,3 ± 1,7	39,4
	<i>in vitro</i>	4,8 ± 0,5	17,4	9,3 ± 2,3	40,8
Elizabeth	<i>in vivo</i>	5,8 ± 0,5	14,4	9,4 ± 1,7	28,7
	<i>in vitro</i>	6,2 ± 0,5	13,5	9,5 ± 1,9	30,3
Atlantic	<i>in vivo</i>	5,4 ± 0,7	21,1	5,3 ± 1,4	40,5
	<i>in vitro</i>	5,8 ± 0,5	14,4	7,6 ± 0,7	15,0

те с растениями выращенными из саженцев полученных методом клонального микроразмножения ($7,3 \text{ см}^2$ и $8,4 \text{ см}^2$). У сортов Weymouth и Atlantic наоборот, площадь листовой пластинки растений выращенных из саженцев полученных клональным микроразмножением превышала эти показатели у растений, выращенных из черенков и была равна $9,6 \text{ см}^2$ — $9,4 \text{ см}^2$ и $8,1 \text{ см}^2$ — $9,0 \text{ см}^2$ соответственно (табл. 2).

Подсчет среднего количества листьев на модельном побеге и вычисление их общей площади показали, что у трех изучаемых сортов в варианте с растениями, выращенными из саженцев полученных клональным микроразмножением в искусственной питательной среде эти показатели значительно превышали аналогичные показатели в варианте с растениями, выращенными из черенков. Так у сортов Weymouth и Bluecrop площадь листьев модельного побега у растений размноженных культуральным способом превышала аналогичный показатель у растений выращенных из черенков в полтора раза ($625,3 \text{ см}^2$ — $411,6 \text{ см}^2$ и $286,0 \text{ см}^2$ — $190,1 \text{ см}^2$ соответственно). У сорта Elizabeth это превышение было незначительным ($494,4 \text{ см}^2$ против $475,2 \text{ см}^2$) а у сорта Atlantic эти показатели были практически идентичными (табл. 1, 2).

Подсчет среднего числа осевых и модельных побегов на один куст показал значительное превышение этих показателей у всех изучаемых сортов в варианте с растениями, выращенными из саженцев полученных клональным микроразмножением (табл. 3). Вычисление общей площади ассимиляционного аппарата также показало ее превышение в 1,5–2,0 раза у растений, выращенных из саженцев полученных микроразмножением в стерильной среде. Наиболее значительной эта разница была у сорта Weymouth ($5,3 \text{ м}^2$ против $2,3 \text{ м}^2$), менее значительной у сортов Bluecrop ($1,9 \text{ м}^2$ против $1,1 \text{ м}^2$) и Atlantic ($2,6 \text{ м}^2$ против $1,6 \text{ м}^2$) (табл. 3).

Заключение

Исследование параметров ассимиляционного аппарата 4-х сортов голубики высокорослой подтверждает предположение о том, что производство посадочного материала черенкованием

Таблица 2 — Средняя площадь листа и общая площадь всех листьев модельного побега у сортов голубики высокорослой, выращенных из саженцев размноженных черенкованием и в стерильной культуре

Сорт	Способ размножения	Средняя площадь листа, см ²	Коэфф-т вариации признака, %	Площадь листьев модельного побега, см ²	Коэфф-т вариации признака, %
Weymouth	in vivo	8,1 ± 1,4	25,4	411,6 ± 69,4	29,2
	in vitro	9,6 ± 1,1	17,3	625,3 ± 70,9	20,4
Bluecrop	in vivo	8,6 ± 2,3	46,8	190,1 ± 51,3	37,2
	in vitro	7,7 ± 1,7	35,8	286,0 ± 62,5	21,5
Elizabeth	in vivo	10,3 ± 1,2	18,0	475,2 ± 54,3	15,2
	in vitro	8,4 ± 1,3	24,4	494,4 ± 77,9	21,4
Atlantic	in vivo	9,0 ± 1,7	30,1	341,2 ± 66,1	32,3
	in vitro	9,4 ± 0,3	5,6	348,9 ± 12,6	12,9

Таблица 3 — Среднее число осевых, модельных побегов и площадь ассимиляционной поверхности куста у сортов голубики высокорослой, выращенных из саженцев размноженных черенкованием и в стерильной культуре

Сорт	Способ размножения	Число осевых побегов, шт.	Число модельных побегов на 1 осевой, шт.	Число модельных побегов на 1 куст, шт.	Площадь ассимиляционной поверхности куста, м ²	Коэфф-т вариации признака, %
Weymouth	in vivo	15,6 ± 3,6	3,5 ± 0,4	54,8 ± 1,3	2,3 ± 0,1	23,7
	in vitro	21,0 ± 3,5	4,0 ± 0,2	84,2 ± 0,6	5,3 ± 0,1	27,4
Bluecrop	in vivo	15,6 ± 2,5	3,5 ± 0,3	54,4 ± 0,8	1,1 ± 0,1	29,4
	in vitro	13,8 ± 3,0	4,7 ± 1,2	65,0 ± 3,6	1,9 ± 0,1	21,8
Elizabeth	in vivo	11,2 ± 0,7	4,6 ± 0,2	51,4 ± 0,2	2,5 ± 0,1	23,2
	in vitro	15,2 ± 1,6	5,9 ± 0,3	89,7 ± 0,4	4,4 ± 0,1	21,7
Atlantic	in vivo	9,4 ± 1,6	4,9 ± 0,6	46,3 ± 0,9	1,6 ± 0,1	34,8
	in vitro	15,2 ± 2,2	5,0 ± 0,6	75,8 ± 1,4	2,6 ± 0,1	22,1

и способом клонального микроразмножения в искусственной питательной среде создает разные стартовые позиции для дальнейшего роста и развития растений в культуре *ex vivo*. Влияние этого фактора в дальнейшем сохраняется довольно продолжительное время и фиксируется даже у взрослых плодоносящих растений.

Положительное влияние способа клонального микроразмножения в течение длительного периода времени проявляется на таких показателях как количество побегов, количество и общая площадь листьев, что в свою очередь, положительно сказывается и на плодоношении сортовой голубики.

Проведенные предварительные исследования позволяют сделать вывод о преимуществе использования для закладки промышленных плантаций саженцев полученных способом клонального микроразмножения. Тем не менее, проведенных исследований недостаточно для освещения всей глубины этого вопроса. Необходимо продолжить исследования с привлечением значительно большего ассортимента промышленных сортов, а также провести сравнительный анализ всех показателей на саженцах различного возраста.

Список использованной литературы

1. Физиология сельскохозяйственных растений в 12 т. / редкол.: Опарин А. И. (ред. тома) [и др.]. — Изд-во Московского университета, 1967. — 2 т. — 493 с.
2. Нормы высева, способы посева и площади питания сельскохозяйственных культур: сб. ст. / под общ. ред. И. И. Снягина [и др.]. — М.: Колос, 1970. — 472 с.
3. Юсыпова Т. И., Заморена В. С. Изменения биометрических параметров однолетнего побегов *Betula pendula* Roth. в условиях техногенеза. Электронный ресурс: http://www.rusnauka.com/32_PVMN_2011/Ecologia/6_95852.doc.htm.
4. Дрозд О. В., Павловский Н. Б. Морфометрические особенности листьев голубики высокорослой разных сортов, интродуцированных Беларуси // Плодоводство. — Т. 27. — 2015. — С. 196–205.

5. Сидорович Е. А. Морфогенез интродуцированных сортов *Vaccinium vitis-idaea* L. и *Vaccinium corymbosum* L. в культуре *in vitro* / Е. А. Сидорович, Е. Н. Кутас // Клональное микроразмножение новых плодово-ягодных растений. — Минск, 1996. — С. 87–100.
6. Сидорович Е. А. Регенерация интродуцированных сортов *Vaccinium corymbosum* L. и *Vaccinium vitis-idaea* L. в культуре *in vitro* / Е. А. Сидорович, Е. Н. Кутас // Клональное микроразмножение новых плодово-ягодных растений. — Минск, 1996. — С. 101–139.

Влияние питательных сред на морфогенез интродуцированных сортов *Vaccinium vitis-idaea* L. в культуре *in vitro*

Е. Н. Кутас

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

Вопросу влияния состава питательных сред на морфогенез в культуре клеток и тканей посвящена обширная литература. Ее анализ позволяет прийти к выводу, что морфогенез — сложный и многофакторный процесс, зависящий от типа и физиологического состояния экспланта, состава питательной среды, то есть компонентов, содержащихся в ней (макро- и микроэлементов, витаминов, углеводов, гормональных добавок) и целого ряда других факторов. Подтверждением тому могут служить экспериментальные исследования [1–7].

С целью разработки технологии клонального микроразмножения интродуцированных сортов брусники обыкновенной, было проведено изучение морфогенеза у четырех ее сортов ('Koralle', 'Masovia', 'Erntedank', 'Erntekrone') на трех типах питательных сред различных модификаций.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования использовали различные типы эксплантов перечисленных сортов. Эксплантами служили эпикотиль, гипокотиль, семядоли, корешок, листья ювенильных проростков, полученных нами ранее в асептических условиях на модифицированной питательной среде Андерсона, а также почки молодых побегов взрослого материнского растения.

Почки с кусочками стебля длиной 3–4 мм стерилизовали в 0,1 % растворе диацета на протяжении 10 мин., предварительно обмакнув в 70-градусный этиловый спирт, с последующим промыванием в трех сменах стерильной бидистиллированной воды (по 15 мин. в каждой).

Стерильный материал высаживали в колбы одинакового объема на три питательные среды: Мурасиге-Скуга, WPM, и Андерсона, различающиеся концентрацией макро- и микроэлементов, комбинацией гормональных добавок и других компонентов (табл. 1).

Высаженные экспланты культивировали при температуре 26 °С, относительной влажности воздуха 56 %, фотопериоде 16 ч, освещенности 4000 лк. Экспериментальный материал представлен в таблице 2. Цифры в таблице являются средними арифметическими с их стандартными ошибками.

Результаты и обсуждение

По истечении 5 недель из почек развились вегетативные побеги у всех сортов брусники обыкновенной. После их пересадки на свежую питательную среду наблюдали пролиферацию новых побегов третьего-четвертого порядков. За четыре недели культивирования из одного микрочеренка образовалось в среднем от 5 до 10 микропобегов в зависимости от состава питательной среды (табл. 2). Из всех исследованных типов сред наиболее активное побегообразование наблюдали на среде WPM (№ 8) и Андерсона (№ 9) (табл. 2), содержащей полный состав макро- и микроэлементов со следующими добавками в (мг/л): мезоинозит — 100, аденин сульфат — 80, тиамин — 0.4, индолилуксусная кислота — 4.0, изопентениладенин — 15, сахароза — 30 г/л, агар — 6 г/л, pH среды 4,0 (табл. 1).

Этот факт свидетельствует о том, что меняя количество и соотношение компонентов в питательной среде, можно добиться высокого уровня морфогенеза. В данном случае удалось активизировать развитие пазушных меристем путем снятия апикального доминирования и получить регенеранты.

Таблица 1 — Состав питательных сред для изучения морфогенеза у интродуцированных сортов *Vaccinium vitis-idaea*

Компонент, мг/л	Номер модификации среды								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Соли и витамины по MS	+	-	1/2	-	-	1/2	1/2	-	-
Соли и витамины по WPM	-	+	-	-	-	-	-	+	-
Соли и витамины по Андерсону	-	-	-	-	+	-	-	-	+
Мезоинозит	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Аденин сульфат	-	80	80	80	80	40	40	80	80
Тиамин	0,4	-	-	0,4	-	0,1	0,1	0,4	0,1
Пиридоксин	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-
Индолилуксусная кислота	1,0	5,0	-	2,0	1,0	1,5	2,5	4,0	4,0
Гибберелловая кислота	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-
Бензиламино-пурин	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-
Изопентениладенин	10	10	2,0	5,0	4,0	-	10	15	15
Сахароза, г/л	20	20	20	20	20	20	20	30	30
Агар, г/л	6	6	6	6	6	6	6	6	6
pH	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0

Примечание.

Знак (+) — компонент присутствует в среде; знак (-) — компонент отсутствует в среде; 1/2 — половинная доза компонента в среде.

Спустя 4–5 пассажей почти у всех микрочеренков, высаженных для побегообразования, наблюдали ризогенез на среде (№ 8) и № 9, чего не было отмечено на средах других модификаций. Это служит доказательством универсальности этих типов сред для обоих морфогенетических процессов: побегообразования и ризогенеза.

Таблица 2 — Побегообразование у интродуцированных сортов *Vaccinium vitis-idaea* в зависимости от состава питательной среды

Номер модификации среды	Количество побегов на один экплант, шт.			
	'Koralle'	'Masovia'	'Erntedank'	'Erntekröne'
1	8,5 ± 1,2	7,9 ± 2,0	8,0 ± 1,0	7,6 ± 1,5
2	7,5 ± 1,5	7,0 ± 2,0	7,8 ± 1,4	7,4 ± 1,3
3	2,0 ± 1,0	2,5 ± 1,5	2,9 ± 0,0	2,4 ± 0,0
4	3,3 ± 1,5	5,0 ± 1,0	4,5 ± 1,2	5,0 ± 2,0
5	5,5 ± 1,0	5,0 ± 1,2	5,4 ± 2,0	4,1 ± 1,1
6	1,0 ± 1,0	0,9 ± 0,2	1,1 ± 0,5	1,7 ± 1,2
7	1,5 ± 1,1	1,8 ± 1,3	1,0 ± 0,0	1,9 ± 1,0
8	15,0 ± 2,0	14,0 ± 1,3	15,2 ± 2,7	14,7 ± 1,9
9	16,0 ± 2,5	15,0 ± 3,2	16,3 ± 2,3	15,5 ± 2,7

Образование корней у регенерантов интродуцированных сортов брусники обыкновенной на среде для побегообразования не исключает предположения о том, что в них содержится достаточно эндогенного ауксина, способного вызвать ризогенез.

У остальных экплантов (эпикотиль, гипокотиль, семядоли, корешок, листья) через 5–6 недель культивирования образовался органогенный каллус с последующей регенерацией из него вегетативных побегов.

При этом следует отметить, что образование органогенного каллуса и дальнейшая регенерация побегов характерны для экплантов (корешок, эпикотиль, гипокотиль, семядоли, листья), полученных из свежесобранных семян, а у экплантов — из стратифицированных семян побегообразование происходило минуя стадию образования каллуса, то есть непосредственно из ткани экпланта.

Можно предположить, что это связано с неодинаковостью протеканием физиологических, биохимических, цитологических и других процессов у экплантов из свежесобранных и стратифицированных семян, а также с разным содержанием эндогенных фитогормонов. Вероятно, все вместе взятое послужило основой

для регенерации побегов из каллуса без предварительного его пассирования на питательную среду другого состава. Другими словами, индукция каллусогенеза, а затем побегообразования происходили на среде одного и того же состава.

Высоким морфогенетическим потенциалом обладали все без исключения экспланты на двух средах: WPM и Андерсона трех модификаций (№ 4, № 5, № 9). В данном случае в основе морфогенеза лежит способность клеток эксплантов дедифференцироваться, то есть терять свою прежнюю специализацию и превращаться в каллусные клетки. Превращение специализированных клеток в каллусные связано с индукцией клеточного деления, способность к которому клетки потеряли в процессе дифференциации [8]. Согласно теории Скуга и Миллера, процесс морфогенеза начинается от перехода клетки к инициации организованного развития и является результатом изменения баланса между фитогормонами. Ими было установлено, что превышение содержания ауксина над цитокинином в среде вызывает индукцию корней; обратное соотношение то есть превышение цитокинина над ауксином, приводит к образованию почек и стеблевых побегов [9].

Можно полагать, что различия между клетками и тканями по содержанию эндогенных фитогормонов определяют разный характер их поведения в изолированной культуре и неодинаковые потребности в компонентах среды.

Каллусные клетки (за исключением ауксин- и цитокининнезависимых опухолевых клеток) не могут сами синтезировать фитогормоны в достаточных количествах, необходимых для индукции процессов морфогенеза, поэтому нуждаются в экзогенных регуляторах роста.

Каллусные клетки только при определенном соотношении цитокининов и ауксинов в среде могут перейти к организованному росту и формированию побегов. Это соотношение для каждого вида растения устанавливали экспериментальным путем.

Подтверждением тому могут служить многочисленные исследования, касающиеся регуляции морфогенеза в культуре клеток и тканей с помощью определенного соотношения ауксинов и цитокининов в питательной среде.

Нашими исследованиями показано, что для образования регенерантов у сортов *Vaccinium vitis-idaea* из каллусной ткани в питательную среду необходимо добавлять цитокинин и ауксин в следующих соотношениях: 2,5:1 (среда № 4), 4,0:1 (среда № 5), 3,75:1 (среда № 9).

Таким образом, на основании изучения морфогенеза, протекающего у эксплантов интродуцированных сортов *Vaccinium vitis-idaea* в культуре клеток и тканей на различных типах питательных сред (9 модификаций), показана принципиальная возможность регенерировать их двумя методами: 1) путем активации паушных меристем, 2) через пролиферацию каллуса и последующее образование из него побегов.

В заключение необходимо отметить, что результаты исследований, полученные при изучении морфогенеза у различных типов эксплантов интродуцированных сортов брусники обыкновенной на модифицированных питательных средах, использованы нами при разработке технологии клонального микроразмножения данных сортов.

Список использованной литературы

1. Сорока, А. И. Влияние состава среды на процессы каллусогенеза и регенерации в культуре пыльников льна / А. И. Сорока // Цитология и генетика. — 2004. — Т. 38. — № 2. — С. 20–25.
2. Ali, J. Protocol optimization for *in vitro* shoot multiplication of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) / J. Ali, K. Bantte, T. Feyissa // African Journal of Biotechnology. — 2017. — Vol 16. — № 2. — P. 87–90.
3. Effects of rooting media and indole-3-butyric acid (IBA) concentration on rooting and shoot development of *Duranta erecta* tip cuttings / Shiri Mejury [et al.] // African Journal of Plant Science. — 2019. — Vol. 13. — № 10. — P. 279–285.
4. Noreldaim, H. Effects of nutrient media constituents on growth and development of banana (*Musa* spp.) shoot tips cultured *in vitro* / H. Noreldaim // African Journal of Biotechnology. — 2012. — Vol. 11. — № 37. — P. 9001–9006.

5. Efficient adventitious shoot regeneration in *Vaccinium* spp. and *Rubus* spp. / A. Gajdosova [et al.] // J: Propagation of Ornamental Plants. — 2007. — № 5. — P. 109–114.
6. Hormonal regulation of gummosis and composition of gums from bulbs of hyacinth (*Hyacinthus orientalis*) / K. Miyamoto [et al.] // Journal of Plant Physiology. — 2015. — Vol. 174. — P. 1–4.
7. Hala, Al. A. Almobasher. Comparison Study On *In Vitro* morphogenesis of Mature and Immature Wheat (*Triticum aestivum* L.) Embryos / Al. A. Almobasher Hala // International Journal of Advanced Biotechnology and Research. — 2016. — Vol. 7. — № 3. — P. 1134–1141.
8. Бутенко, Р. Г. Экспериментальный морфогенез и дифференциация в культуре клеток растений / Р. Г. Бутенко. — М.: Наука, 1975. — 51 с.
9. Skoog, F. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured *in vitro* / F. Skoog, C. O. Miller // Indian. J. Plant. Physiol. — 1957. — №. 11. — P. 118–123.

Оценка укореняемости стеблевых черенков клюквы крупноплодной

Т. И. Ленковец

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

Интродукция клюквы крупноплодной (*Oxycoccus macrocarpus*) в Республике Беларусь была начата в 1980 г [1]. Полученные за это время результаты исследования биологических особенностей данной культуры доказали перспективность выращивания её относительно местного вида — клюквы болотной (*Oxycoccus palustris*). Для создания насаждений этой культуры можно использовать малопригодные для сельскохозяйственного производства земли — осушенные верховые болота, выработанные торфяники и прочие кислые оторфованные почвы [2]. В связи, с чем актуальным вопросом является изучение особенностей ее размножения. Как правило, в производственных целях применяется вегетативное размножение клюквы, с использованием стеблевых черенков. Размножение черенками представляет собой удобный и эффективный способ, получения в короткие сроки и в достаточно большом объеме посадочного материала.

Целью настоящей работы являлось оценка регенерационных способностей стеблевых черенков клюквы крупноплодной в зависимости от продолжительности их хранения, типа побега, из которых они заготовлены и полярности посадки черенков в субстрат.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились в 2018–2020 гг. в отраслевой лаборатории интродукции и технологии нетрадиционных ягодных

растений ЦБС НАН Беларуси, расположенной в Ганцевичском районе Брестской области (N 52°74', E 26 °38'). Объектом исследований являлись стеблевые черенки двух сортов клюквы крупноплодной: Stevens и Stankovich.

Посадочный материал заготавливали с побегов двух типов: прямостоячих (вертикальные) и стелющихся (горизонтальные). Стелющиеся побеги являются вегетативными и при их помощи растение распространяется по поверхности почвы горизонтально. Прямостоячие побеги образуются на горизонтальных побегах со второго года вегетации и выполняют генеративную функцию. Черенки заготавливали в конце апреля с побегов прироста прошлого года, длиной 7–8 см. Верхушечную почку удаляли.

Стеблевые черенки высаживали по схеме 5×5 см в укоренительные гряды открытого грунта, заполненные субстратом и закрытые спандбондом, натянутым на каркас. В качестве субстрата использовали верховой торф слоем 15 см, замульчированным 2-сантиметровым слоем песка. При посадке черенки заглубляли таким образом, чтобы над поверхностью субстрата оставалась их верхушка длиной 2–3 см, предварительно удалив с заглубляемой части листья. На каждый вариант высаживали по 50 черенков в 3-кратной повторности.

Торф — среднеразложившийся, пушицево-сфагновый с $pH_{(H_2O)}$ 4,4, песок — среднезернистый, взятый из генетического горизонта С сосняка мшистого с $pH_{(H_2O)}$ 4,8.

Для определения влияния продолжительности хранения стеблевых черенков клюквы, на их приживаемость, посадочный материал, смоченный водой, хранили в полиэтиленовых пакетах в холодильной камере при температуре +4 °С. Ежедневно проводился мониторинг за влажностью во время хранения, при необходимости черенки увлажнялись. Для укоренения, черенки высаживали с интервалом 14 дней с момента их заготовки, базальной частью в субстрат.

Для оценки влияния полярности на укореняемость черенков, часть посадочного материала высаживали точкой роста в субстрат (апикальной), а остальные заготовленные черенки — нижней частью (базальной).

В течение всего периода исследований осуществляли агротехнический уход за черенками, заключающийся в поливе и удалении сорных растений. После укоренения черенков, для их адаптации, с укоренительных гряд снимали спандбонд. Укоренившиеся черенки оставляли зимовать в грядках без укрытия. Весной следующего года, проводили учет приживаемости черенков и определяли следующие биометрические показатели у 20 растений каждого варианта опыта: число побегов, длину каждого побега, суммарную длину всех побегов.

Статистическую обработку данных выполняли с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel на 95-процентном уровне значимости.

Результаты и их обсуждение

Влияние продолжительности хранения черенков. Укореняемость стеблевых черенков находилась в достаточно высоких пределах, но незначительно снижалась при хранении в независимости от сорта и типа побега (табл. 1). Четкой линейной зависимости снижения регенерационной способности от продолжительности хранения не наблюдается, но все же общая тенденция прослеживается. Приживаемость свежезаготовленных черенков варьировалась в диапазоне от 90 (Stankovich) до 95 % (Stevens), что на 4–6 % больше по отношению к черенкам, хранившимся два месяца.

Влияние сроков хранения посадочного материала отразилось на биопродукционных параметрах полученных растений. Сравнительный анализ биометрических характеристик растений клюквы крупноплодной, сформировавшихся из стеблевых черенков, показал, что чем дольше хранился посадочный материал, тем ниже биометрические параметры у полученных растений. Среднее количество новообразованных побегов у свежезаготовленных черенков составило 1,9–2,3 шт., что в 1,5–1,8 раз больше по сравнению к черенкам которые хранились 8 недель. Что касается, их суммарной длины, то чем раньше проведена посадка черенков, тем большим приростом характеризуются сформировавшиеся растения.

Таблица 1 — Укореняемость стеблевых черенков клюквы крупноплодной и средние биометрические параметры полученных растений

Сорт	Вариант опыта	Укореняемость, %	Биометрические параметры растений		
			число побегов, шт.	суммарная длина побегов, см	средняя длина побега, см
Прямостоячие побеги					
Stevens	контроль	95 ± 4	2,3 ± 0,0	15,8 ± 1,8	7,8 ± 1,2
	2 недели	93 ± 3	1,9 ± 0,5	15,2 ± 4,2	8,2 ± 0,0
	4 недели	90 ± 2*	1,9 ± 0,2	9,9 ± 1,8*	5,5 ± 0,4*
	6 недель	90 ± 3*	1,5 ± 0,2*	8,1 ± 2,1*	5,7 ± 0,6*
	8 недель	89 ± 4*	1,3 ± 0,1*	7,8 ± 1,1*	6,2 ± 0,6*
	НСР _{0,05}	4,55	0,43	3,09	1,48
Stankovich	контроль	92 ± 4	2,1 ± 0,2	17,4 ± 0,8	10,3 ± 2,1
	2 недели	90 ± 5	2,0 ± 0,2	13,1 ± 2,1*	7,2 ± 0,1*
	4 недели	88 ± 5	1,6 ± 0,0*	9,1 ± 0,6*	6,1 ± 0,4*
	6 недель	85 ± 6*	1,5 ± 0,1*	9,0 ± 1,3*	6,5 ± 0,7*
	8 недель	85 ± 5*	1,3 ± 0,2*	8,3 ± 1,8*	6,3 ± 0,4*
	НСР _{0,05}	6,55	0,45	2,46	2,04
Стелющиеся побеги					
Stevens	контроль	91 ± 3	1,9 ± 0,0	17,7 ± 1,8	10,0 ± 1,0
	2 недели	90 ± 4	1,9 ± 0,0	18,2 ± 0,6	11,3 ± 0,7
	4 недели	91 ± 4	1,5 ± 0,2*	12,1 ± 1,3*	8,9 ± 0,4
	6 недель	88 ± 2	1,5 ± 0,2*	9,7 ± 1,6*	6,9 ± 0,3*
	8 недель	87 ± 4	1,3 ± 0,1*	8,6 ± 1,6*	6,8 ± 0,6*
	НСР _{0,05}	4,39	0,38	2,68	1,94
Stankovich	контроль	90 ± 4	2,0 ± 0,1	24,9 ± 7,2	16,6 ± 6,1
	2 недели	92 ± 3	1,6 ± 0,1	13,2 ± 1,9*	9,2 ± 1,1*
	4 недели	88 ± 6	1,6 ± 0,3	9,7 ± 0,7*	8,2 ± 1,0*
	6 недель	85 ± 4	1,4 ± 0,1*	9,0 ± 1,5*	6,8 ± 0,8*
	8 недель	86 ± 4	1,3 ± 0,2*	8,0 ± 2,5*	6,3 ± 1,2*
	НСР _{0,05}	5,66	0,52	4,57	4,71

* Достоверная разница с контролем

Влияние типа побега. Укореняемость стеблевых черенков опытных объектов была относительно высокой и варьировала для прямостоячих побегов от 85 (Stankovich) до 95 % (Stevens) и от 85 (Stankovich) до 91 % (Stevens) для стелющихся побегов (см. табл. 1). Сравнительный анализ морфометрических параметров растений, сформировавшихся из разных типов побегов показал, что черенки, заготовленные из прямостоячих побегов, характеризуются более высокой способностью к побегообразованию. Среднее количество числа побегов образованных на прямостоячих побегах у свежезаготовленных черенков составило от 2,3 (Stevens) до 2,1 шт. (Stankovich), что в 1,1–1,2 раза больше стелющихся. По-видимому, это обусловлено их морфологическими особенностями. Междоузлия у прямостоячих побегов укороченные и число пазушных почек приходящихся на единицу длины в несколько раз больше чем у стелющихся побегов. Так, количество пазушных почек у прямостоячих побегов на 10 см длины составляет $28,6 \pm 1,5$ шт., а для стелющихся $10,3 \pm 0,4$ шт.

Черенки, заготовленные из стелющихся побегов, дали больший линейный прирост, по сравнению с черенками, заготовленными из прямостоячих побегов. Так, суммарная длина прироста побегов, составила от 24,9 (Stankovich) до 17,7 см (Stevens), что в 1,4 и 1,1 раз больше по сравнению с прямостоячими побегами.

Влияние полярности черенка. Укореняемость черенков высаженных базальной частью в субстрат в среднем находилась в пределах 90–95 %, что несколько выше, чем укореняемость черенков высаженных точкой роста в субстрат — 87–89 % (табл. 2). Сравнительная оценка сформировавшихся растений показала, что более высокими биометрическими параметрами выделяются растения клюквы, сформировавшиеся из черенков высаженных традиционным способом в субстрат. Число побегов образовавшихся на черенках, заготовленных из прямостоячих побегов сорта Stevens составило 2,3 шт. с суммарной их длиной 15,8 см, что в 1,3 и 1,6 раза больше, чем у растений полученных при посадке апикальной частью в субстрат. Черенки, заготовленные из стелющихся побегов сорта Stankovich и высаженные базальной частью в субстрат, образовали в среднем по 2 побега с суммарной длиной

Таблица 2 — Укореняемость черенков клюквы крупноплодной и биометрические параметры полученных растений в зависимости от полярности посадки черенков в субстрат

Сорт	Укореняемость, %		Биометрические параметры растений					
			число побегов, шт.		суммарная длина побегов, см		средняя длина побега, см	
	базальной	апикальной	базальной	апикальной	базальной	апикальной	базальной	апикальной
Прямостоячие побеги								
Stevens	95 ± 4	89 ± 2	2,3 ± 0,0	1,7 ± 0,2	15,8 ± 1,8	9,7 ± 0,9	7,8 ± 1,2	6,3 ± 0,1
Stankovich	92 ± 4	88 ± 7	2,1 ± 0,2	1,8 ± 0,0	17,4 ± 0,8	10,9 ± 0,7	10,3 ± 2,1	6,5 ± 0,4
Стелющиеся побеги								
Stevens	91 ± 3	87 ± 6	1,9 ± 0,0	1,8 ± 0,1	17,7 ± 1,8	12,5 ± 1,0	10,0 ± 1,0	7,9 ± 0,1
Stankovich	90 ± 4	88 ± 4	2,0 ± 0,1	1,6 ± 0,2	24,9 ± 7,2	11,2 ± 0,0	16,6 ± 6,1	8,1 ± 0,7

24,9 см, что 1,3 и 2,2 раза больше черенков высаженных апикальной частью в субстрат.

По-видимому, у растений, полученных из черенков высаженных апикальной частью в субстрат, формируются меньшие биометрические параметры, так как затрачивается время и энергия растений на переориентацию передвижения питательных веществ.

Выводы

Регенерационная способность стеблевых черенков клюквы крупноплодной, в процессе хранения снижается и лучше их высаживать свежезаготовленными, но при необходимости посадочный материал можно хранить до двух месяцев. Данную особенность следует учитывать при планировании работ по созданию насаждений клюквы крупноплодной.

Более высокой побегообразующей способностью характеризуются растения, сформировавшиеся из черенков, заготовленных с прямостоячих побегов, при этом растения, выращенные из стелющихся побегов дают больший линейный прирост.

Посадка черенков клюквы крупноплодной базальной частью в субстрат, способствует формированию растений с более высокими морфометрическими показателями, по сравнению с черенками, высаженными точкой роста в субстрат.

Список использованной литературы

1. Сидорович, Е. А. Клюква крупноплодная в Белоруссии / Е. А. Сидорович [и др.]. — Минск: Наука и техника, 1987. — 238 с.
2. Экономическая эффективность фиторекультивации выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения на основе возделывания клюквы крупноплодной / А. П. Яковлев, В. А. Колотухин, Ж. А. Рупасова, И. И. Лиштван // Природные ресурсы. — 2013. — № 2. — С. 106–113.

Перспективы использования бузины черной в производстве соковой продукции

М. Г. Максименко, Д. И. Марцинкевич

Беларусь, Самохваловичи, Институт плодоводства НАН Беларуси

Бузина черная относится к роду *Sambucus nigra* L., семейству *Adoxaceae*. Культура зимостойкая, отличается пластичностью, высокой урожайностью, ценным биохимическим составом плодов. Плоды накапливают до 50 мг/100 г витамина С, около 82 мг/100 г витамина Е, до 0,5 % дубильных веществ, до 5 % сахаров, около 7 % клетчатки, до 500 мг/100 г фенольных веществ, каротиноиды, около 1 % органических кислот, макро- и микроэлементы (фосфор, калий, кальций, марганец, магний, железо, бор и др.). Кроме того, плоды бузины содержат красящее вещество самбуцин, белковые, жировые и слизистые вещества. Благодаря такому составу зрелые плоды бузины чёрной препятствуют всасыванию и способствуют выведению многих токсичных веществ, в том числе солей тяжелых металлов и радионуклидов, продлевают жизнь человека. В западной медицине считается, что сок бузины чёрной стабилизирует иммунную систему человека, улучшает работу мозга [1].

Коммерческое производство бузины в основном сконцентрировано в Дании, Италии, Австрии, Германии, Польше, Канаде и США. На мировом рынке наиболее распространены сорта Alesso, Korsor, Sampo, Samyl, Humberg, Danau, Adams, Scotia, Kent, Victoria и др. [2].

В Беларуси промышленные насаждения бузины черной отсутствуют. Однако, перспективы их актуальны. В РУП «Институт плодоводства» начато исследованием этой культуры положено

в 2002 году программой «Дети Беларуси». Коллекционные насаждения бузины черной насчитывают 36 образцов, среди них имеются сорта иностранного происхождения и отечественные гибриды. Предпочтение отдается образцам с крупными ягодами и плотной мякотью, пригодным для переработки. Благодаря работе селекционеров выведены и районированы первые белорусские сорта Багацце и Кладзезь, обладающие хорошими агробиологическими и органолептическими показателями: средняя масса плода до 0,23 г, количество плодов в щитке до 663 штук, масса щитка до 113 г, дегустационная оценка 4,2 балла. Содержание растворимых сухих веществ в плодах 16,9–17,6 %, сахаров 15,7–16,5 %, титруемых кислот 0,6 %, пектиновых веществ 1,24–1,0 %, аскорбиновой кислоты 39,1–45,9 мг/100 г, β -каротина 0,64–0,67 мг/100 г, витамина Е 0,81–0,77 мг/100 г, йода 2,05–2,89 мкг/100 г, магния 198,35–220,04 мг/кг, селена 2,2–2,1 мкг/100 г, калия 3677,14–3638,47 мг/кг.

Совместно с учеными ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» выявлено большое содержание в плодах бузины черной биофлавоноидов: собственно антоцианов $4293,3 \pm 13,3$ мг/100 г сырой массы, лейкоантоцианов $2154,7 \pm 20,1$, суммы антоциановых пигментов $6448,0 \pm 15,0$, катехинов $138,7 \pm 2,2$, флавонолов $283,8 \pm 10,9$, суммы биофлавоноидов $6870,5 \pm 23,0$ мг/100 г [3].

Для обеспечения реализации свежих плодов бузины черной и использования их в перерабатывающей промышленности в РУП «Институт плодоводства» разработан стандарт СТБ 2343-2013 «Плоды бузины черной свежие. Технические условия». Проведены исследования по определению пригодности плодов для переработки, разработана нормативная (ТУ) и технологическая документация (технологические инструкции, рецептуры) на производство следующих видов соковой продукции.

Бузина черная в яблочном соке. Продукт представляет собой консервы, изготавливаемые из подготовленных соответствующим образом свежих или быстрозамороженных плодов, залитых фруктовым соком, получаемым из свежих плодов, а также из полуфабрикатов соков в соответствии с технологической инструкцией, с добавлением сахарного сиропа.

Качество готового продукта соответствует требованиям ТУ ВУ 6000052771–009–2015 «Консервы. Фрукты во фруктовом соке» и характеризуется следующими физико-химическими показателями: массовая доля фруктов — не менее 30 %, массовая доля растворимых сухих веществ — не менее 12 %, рН — не более 4,2, массовая доля титруемых кислот в пересчете на яблочную кислоту — не менее 0,2 %, массовая доля этилового спирта — не более 0,3 %. Содержание (в среднем) пектиновых веществ составляет 0,21 %, фенольных соединений — 342,5 мг/100 г, аскорбиновой кислоты — 15,6 мг/100 г, витамина РР — 0,24 мг/100 г, селена — 18,6 мкг/100 г, йода — 3,5 мкг/100 г. Дегустационная оценка по пятибалльной шкале — 4,6 балла.

Фруктовый сокосодержащий напиток из бузины черной с медом. В результате проведения НИР выявлено, что добавление меда в количестве 3 % в напиток, содержащий 25 % фруктовой части способствует повышению не только органолептических показателей продукта, а и лучшему сохранению аскорбиновой кислоты и фенольных соединений, обладающих антиоксидантными свойствами.

Напитки сокосодержащие из бузины черной с медом имеют сладкий, пресноватый вкус, красивый темно-бордовый цвет. Дегустационная оценка — 4,6 балла. Качество готового продукта соответствует требованиям СТБ 965-2008 «Консервы. Напитки сокосодержащие фруктовые. Общие технические условия». Согласно стандарту, массовая доля растворимых сухих веществ в напитке, должна быть не менее 10,0 %, титруемых кислот в пересчете на яблочную кислоту — 0,1–1,6 %, этилового спирта — не более 0,3 %, рН — не более 3,7. Экспериментальные образцы продукта соответствовали требованиям СТБ 965.

Безалкогольные фруктовые напитки «Вкусняшка», содержащие сок бузины черной. В результате проведения исследований было установлено, что для данных напитков наилучшим соотношением компонентов является: содержания фруктовой части 11 % и растворимых сухих веществ 15 %. Дегустационная оценка бузиновых мононапитков составила по десятибалльной шкале 9,3 балла. С целью улучшения органолептических показа-

телей в качестве натуральной основы были еще использованы сок малины и айвы японской в различных пропорциях. В результате выделены образцы мультинапитков, оцененные дегустационной комиссией на 9,5 и более балла. Установлено соответствие их качества ГОСТ 539–2006 «Напитки безалкогольные. Общие технические условия».

Внедрение в производство малораспространённых плодовых и ягодных культур, в том числе бузины черной, позволит рационально использовать отечественное сырьё для производства продуктов питания с высоким содержанием биологически-активных веществ, обладающих профилактическими свойствами, а также расширить ассортимент отечественной соковой продукции.

Список использованной литературы

1. Рекомендации по возделыванию и использованию плодов малораспространенных плодовых и ягодных культур / РУП «Институт плододоводства; М. Г. Максименко, [и др.]. — Самохваловичи, 2011. — 27 с.
2. Wazbinska J., Puczel U., Borowska J., Zadernowski R. Charakterystyka owocow odmian szlachetnych oraz form dziko rosnacych bzu czarnego // Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu CCC XXIII. Ogrodnictwo. — Т. 31. — Cz. II. — Poznan, 2000. — S. 428–431.
3. Сравнительная характеристика некоторых малораспространенных культур по отдельным показателям биохимического состава / М. Г. Максименко [и др.] // Теория и практика современного ягодоводства: от сорта до продукта: материалы междунар. науч. конф., аг. Самохваловичи, 16–18 июля 2014 г. / РУП «Ин-т плододоводства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. — Самохваловичи, 2014. — С. 254–262.

Белоплодная линия в коллекции форм голубики топяной (*Vaccinium uliginosum* L.) Института леса Национальной академии наук Беларуси

И. В. Маховик, И. В. Бордок

Беларусь, Гомель, Институт леса НАН Беларуси

Богатый биохимический состав ягод, побегов и листьев голубики топяной (*Vaccinium uliginosum* L.) обеспечивает значительный интерес к этому ягодному растению как источнику ценного пищевого и лекарственного сырья. Несмотря на то, что в условиях Республики Беларусь этот вид распространен во всех лесорастительных подзонах, его ресурсный потенциал неуклонно сокращается на протяжении последнего столетия. Так последняя широкомасштабная актуализация ресурсов ягодников подсемейства Брусничные, выполненная под руководством В.В. Гримашевича в 1994–2002 годах, выявила на всей территории республики эксплуатационные запасы голубики топяной в объеме всего 582 т [1].

Перспективным выходом из сложившейся ситуации, позволяющим обеспечить имеющийся спрос на исследуемый ягодник, является его интродукция. Необходимо отметить, что работы в этом направлении начаты более шестидесяти лет назад, в том числе и в Институте леса НАН Беларуси (ранее БелНИИЛХ) [2]. Разработанные на сегодня технологии позволяют получать устойчивую урожайность *V. uliginosum* на уровне 5–7 т ягод с одного гектара, однако промышленных плантации нет ни в Беларуси, ни в сопредельных странах. На наш взгляд, одним из сдерживающих факторов является отсутствие широкой гам-

мы сортов голубики топяной с различными хозяйственно ценными признаками (продуктивность, сроки созревания, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам среды и т. д.). Несмотря на то, что работы в этом направлении уже проводятся, получено несколько сортов в России [3], зарегистрирован первый белорусский сорт [4], однако ряд вопросов, на наш взгляд, еще недостаточно изучен.

Секция голубики топяной коллекционного фонда Института леса НАН Беларуси (FIB VUL) начала формироваться с закладки первых посадок на опытно-производственной плантации в 1982 г. растениями, отобранными в естественных голубичниках Ветковского лесхоза. В 1985 г. В. Е. Волчковым и В. В. Гримашевичем [5] в Цельском лесничестве Осиповичского опытного лесхоза отобраны и перенесены на плантацию белоплодные растения *V. uliginosum*, сеянцы свободного опыления которых и сформировали белоплодную линию в коллекции, на сегодня представленную двумя формами: FIB VUL-001 и FIB VUL-008 (рис. 1).

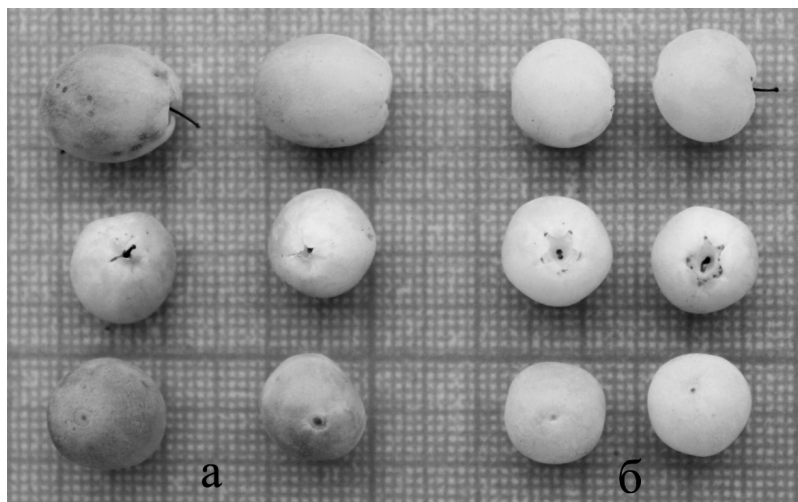


Рисунок 1 — Ягоды белоплодных форм *V. uliginosum* коллекции Института леса НАН Беларуси: FIB VUL-001 (а) и FIB VUL-008 (б)

Основные морфометрические показатели растений белоплодных форм голубики топяной коллекции Института леса НАН Беларуси представлены в таблице.

Форма FIB VUL-001 (в 2018 зарегистрирована в качестве сорта «Памяти Волчкова») характеризуется крупными овальными ягодами (индекс формы 1,23) белого цвета с розово-фиолетовым оттенком, иногда с фиолетовыми прожилками и темным налетом у основания, а также наиболее поздними сроками цветения и созревания (в среднем на 9–12 дней). Округлые ягоды формы FIB VUL-008 статистически значимо отличаются меньшим размером и массой, при этом окраска кожицы белая без цветовых оттенков и с более слабо выраженным восковым налетом.

Несмотря на то, что формально обе формы по габитусу растения относятся к стелящимся, индекс формы куста наглядно и статистически достоверно показывает большую низкорослость FIB VUL-001 (0,27 — против 0,41 у FIB VUL-008). Такую конфигурацию куста обуславливают укороченные более чем в 2 раза одно-

Таблица — Морфометрические показатели растений белоплодных форм голубики топяной коллекции Института леса НАН Беларуси

Морфометрические показатели растений	Шифр формы в коллекции	
	FIB VUL-001	FIB VUL-008
Высота куста, см	50,90 ± 2,19	76,00 ± 0,00
Средний диаметр куста, см	188,60 ± 7,66	187,50 ± 0,00
Индекс формы куста	0,27 ± 0,01	0,41 ± 0,00
Длина однолетнего побега, см	4,80 ± 0,46	13,55 ± 1,18
Длина листа, см	18,23 ± 0,78	21,65 ± 0,60
Ширина листа, см	7,04 ± 0,44	10,83 ± 0,56
Индекс формы листа	2,63 ± 0,10	2,04 ± 0,11
Длина ягоды, см	12,14 ± 0,29	8,81 ± 0,17
Ширина ягоды, см	9,92 ± 0,21	8,90 ± 0,16
Индекс формы ягоды	1,23 ± 0,018	0,99 ± 0,004
Масса одной ягоды, г	0,74 ± 0,04	0,40 ± 0,02

летние побеги данной формы. Формирование побеговых систем растений *V. uliginosum* описываемых форм наглядно представлено на рисунке 2.

Как видно из рисунка 2, для достижения сопоставимой с формой FIB VUL-008 длины, побеговой системе формы FIB VUL-001, необходимо 3–4 порядка ветвления, формирование которых займет соответствующее количество лет. Кроме того, представленная иллюстрация хорошо соответствует данным таблицы в отношении листовых пластинок *V. uliginosum*: листья FIB VUL-001 не только более мелкие (в 1,2 раза) и узкие (в 1,5 раза), но и достоверно отличаются по индексу формы (на уровне значимости 0,001). Необходимо отметить, что, хотя на одном побеге форма листовой пластинки варьирует в достаточно широких пределах, но одинаково позиционированные листья на всех однолетних побегах растения практически полностью совпадают по конфигурации [6], поэтому замеры проводились для третьего от основания побега, листа.

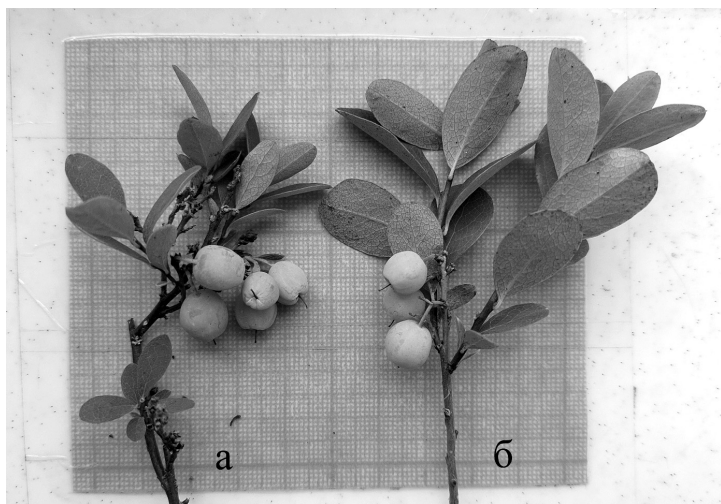


Рисунок 2 — Формирование побеговых систем форм FIB VUL-001 (а) и FIB VUL-008 (б) коллекции Института леса НАН Беларуси

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют, что имеющиеся в коллекции Института леса НАН Беларуси бело-плодные формы голубики топяной, достоверно отличаются по комплексу морфологических признаков генеративных и вегетативных органов.

Список использованной литературы

1. Гримашевич В. В., Маховик И. В., Бабич Е. М. Ресурсы основных видов лесных ягодных растений и съедобных грибов Беларуси // Природные ресурсы. — 2005. — № 3. — С. 86–94.
2. Волчков В. Е., Бобровникова Т. И. Перспективы введения в культуру голубики (*V. uliginosum* L.) в Беларуси // Проблемы кормового и продовольственного использования недревесных и второстепенных лесных ресурсов. — Красноярск: Институт леса и древесины СО АН СССР, 1983. — С. 42.
3. Интродукция нетрадиционных плодовых, ягодных и овощных растений в Западной Сибири / под ред. И. Ю. Коропачинского, А. Б. Горбунова. Новосибирск: Гео, 2013. — С. 109–127.
4. Сорт голубики топяной Памяти Волчкова: свид. № 0005392 от 29.12.2018 / В. Е. Волчков, И. В. Бордок, И. В. Маховик. — дата приоритета 13.02.2017.
5. Волчков В. Е., Гримашевич В. Е. Белоплодные голубика и черника в Белоруссии // Достижения и перспективы в области инвентаризации, изучения, рационального освоения и охраны недревесных лесных ресурсов на территории Европейской части СССР: тезисы докладов научно-производственной конференции, 19–21 августа 1986 г. — Тарту: ЭстНИИЛ-ХОП, 1986. — С. 38–39.
6. Маховик И. В. К методике изучения полиморфизма хозяйственно значимых видов ягодных растений семейства *Ericaceae* // Сохранение лесных генетических ресурсов: Материалы 5 Международной конференции-совещания (Гомель, 02–07 октября 2017 г.). — Гомель: ООО Колордрук, 2017. — С. 131–134.

Изучение хозяйственно ценных признаков плодов голубики в Республике Марий Эл

**Н. Н. Меркушева, О. М. Конюхова, С. В. Мухаметова,
Д. Н. Шамшуров**

Россия, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, Поволжский государственный технологический университет

В статье приведены результаты исследования биометрических показателей и биохимического состава ягод семейства *Vaccinium* голубики узколистной (Г. узколистной) и гибридного сорта Г. узколистной и Г. высокорослой 'North Country'. Цель исследования заключается в изучении плодов семейства *Vaccinium* по хозяйственно ценным признакам для дальнейшего отбора перспективных таксонов для практического использования в создании плантации голубики в Республике Марий Эл.

В последнее время все большее внимание уделяется изучению и поиску природных источников биологически активных компонентов, содержащихся в культурных и дикорастущих растениях [1]. Для увеличения продолжительности жизни населения в современном обществе, для улучшения качества жизни людей особое внимание ученых обращено на использование в пищевой промышленности натуральных веществ — витаминов, антиоксидантов, антоцианов, которые обогащают продукты питания антиоксидантными и антиканцерогенными свойствами [2, 3].

Растения содержат широкий спектр вторичных метаболитов, то есть они являются хорошими претендентами в качестве функциональных продуктов питания-нутрицевтиков. Многочисленные лекарственные растения были изучены в моделях *in vitro* и *in vivo*

и, как подтверждают исследования, обладают потенциально полезными активными свойствами [4].

Наиболее известными и используемыми антиоксидантами являются аскорбиновая кислота, токоферол, каротиноиды и др., их положительное влияние на организм живых существ подтверждено в результате многочисленных исследований, они способны снизить вероятность развития серьезных заболеваний человека [5].

Организм человека не способен синтезировать весь комплекс биологически активных веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма, поэтому они должны поступать с пищей. Для решения этой задачи российские и зарубежные ученые проводят совместную работу по разработке методов определения и получения новых эффективных источников биологически активных веществ и витаминов в пище [6], большое количество исследований посвящается изучению разнообразных полезных свойств дикорастущих и культурных плодов [7, 8].

Объектом данного исследования являются плоды Г. узколистной, гибридного сорта Г. узколистной и Г. высокорослой 'North Country'. Голубика благотворно влияет на работу желудочно-кишечного тракта, известна польза голубики для кровеносной системы: она укрепляет стенки сосудов, улучшает процесс кроветворения. Благодаря содержанию магния, голубика оказывает успокаивающее действие на нервную систему, усиливает действие сахаропонижающих препаратов и оказывает выраженное противомикробное действие [9].

Сбор плодов голубики проводился в Ботаническом саду-институте Поволжского государственного технологического университета (г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл). Плоды собирали в августе 2020 г. в фазу массового созревания. Их массу определяли на электронных весах SJCE VIBRA с точностью до 0,01 г. Размеры плодов измеряли штангенциркулем с точностью до 0,1 мм.

С целью выявления наиболее перспективных таксонов для дальнейшего отбора мы определяли среднюю массу.

Определение содержания общих сахаров проводилось антроновым методом согласно ОФС. 1.2.3.0019.15 Определение сахаров

проводилось спектрофотометрическим методом, основанным на расщеплении сложных углеводов до моносахаров в сильнокислой среде с последующей их дегидратацией и образованием гидроксиметилфурфурола, образующего при реакции с антроном комплексное соединение синевато-зеленого цвета. Интенсивность образовавшейся окраски прямо пропорциональна содержанию сахаров в реакционной среде. Определение кислотности проводилось по методике определения общей кислотности (в переводе на яблочную кислоту) — по Б. А. Ягодину [10]. Степень сладости плодов оценивали по Б. П. Плешкову [11] отношением содержания сахаров и кислот. Все измерения проводились в трехкратной последовательности.

Результаты исследований представлены в таблицах 1–2.

По результатам проведенных исследований видно, что масса одного плода Г. узколистной составила от 0,51 до 0,55 г, а Г. 'North Country' 0,42–0,47 г. Изменчивость признака плодов у двух изучаемых растений, произрастающих в Ботаническом саду-институте ПГТУ слабая.

Средний диаметр плодов вида и культурного сорта составил соответственно 10,7 мм и 10,4 мм, Значения характеризуется умеренной изменчивостью.

В условиях интродукции плоды голубики Г. узколистной и Г. 'North Country' характеризовались округло-овальной формой.

Таблица 1 — Биометрические показатели плодов голубики (2020 г.)

Наименование вида / сорта	Масса 1 плода, г	Диаметр плода, мм	Высота плода, мм
Г. узколистная	0,5 ± 0,00	10,7 ± 0,14	9,2 ± 0,11
'North Country'	0,4 ± 0,02	10,4 ± 0,25	8,6 ± 0,21

Таблица 2 — Биохимический состав ягод семейства *Vaccinium* (2020 г.)

Вид растения	Общие сахара, %	Общая кислотность, %	Степень сладости
Голубика узколистная	7,76 ± 0,030	1,61 ± 0,010	4,79
'North Country'	8,6 ± 0,001	1,61 ± 0,013	5,73

Плоды голубики имеют биохимическую ценность. Поэтому нами был изучен летом 2020 г. биохимический состав данных растений.

Содержание общих сахаров в плодах Г. узколистной варьировала в пределах от 7,74 до 7,77%, что в 1,1 ниже чем в плодах Г. 'North Country'. Общая кислотность в обоих образцах голубики составила в среднем 1,61%. Изменчивость признака слабая.

Вкусовые качества плодов обусловлены степенью сладости. Оценка сладости плодов *Vaccinium* составила от 4, 79 и 5,73 баллов. Степень сладости плодов Г. узколистная характеризуется как сильно кислая (менее 5), а 'North Country' умеренно кислая (5–15).

Таким образом, изучаемые растения имеют практическую ценность для дальнейшего выращивания в качестве культуры для создания плантации в Республике Марий Эл.

Список использованной литературы

1. Губанов, И. А. Дикорастущие полезные растения / И. А. Губанов, К. В. Киселева, В. С. Новиков. — М.: МГУ, 1987. — 160 с.
2. Mazza G. Anthocyanins and heart health // *Ann Ist Super Sanita*. 2007. — Vol. 43. — № 4. — Pp. 369–374.
3. Radovanovic B. [et al.] Free radical scavenging activity and anthocyanin profile of cabernet sauvignon wines from the Balkan region // *Molecules*. — 2010. — Vol. 15. — Pp. 4213–4226.
4. Амброзевич, Е. Г. Особенности европейского и восточного подходов к ингредиентам для продуктов здорового питания / Е. Г. Амброзевич // *Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки*. — 2005. — № 1. — С. 30–31.
5. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов: пер. с англ./ Г. Бриттон. — Москва: Высшая школа, 1980. — С. 422.
6. Brooks J. Policy coherence and food security: The effects of OECD countries' agricultural policies // *Food Policy*. — 2014. — № 44. — Pp. 88–94.
7. Berries: Improving Human Health and Healthy Aging, and Promoting Quality Life — A Review / O. Paredes-López, M. L. Cervantes Ceja, M. Vignapérez, T. Hernández-Pérez. // *Plant Foods for Human Nutrition*. — 2010. — Vol. 65. — Issue 3. — Pp. 299–308.

8. Seeram N. P. Berry fruits: Compositional elements biochemical activities, and impact of their intake on human health, performance, and disease // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. — 2008. — Vol. 56. — Pp. 627–629.
9. Курилович, Т. В. Клюква, голубика, брусника. М.: Ниола-Пресс; ЮНИОН-паблик, 2007.
10. Ягодин, Б. А. Практикум по агрохимии/ Б. А. Ягодин, И. П. Дерюгин, Ю. П. Жуков и др. под ред. Б. А. Ягодина. — Москва: Агропромиздат, 1987. — 512 с.
11. Плешков, Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений. — М.: Колос, 1980. — 492 с.

Эффективность применения минерального удобрения БИОПОН на голубике высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.)

Н. Б. Павловский, Т. И. Ленковец, Л. В. Гончарова, А. Г. Павловская
Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

Введение

Голубика высокорослая (*Vaccinium corymbosum* L.) принадлежит к культивируемым растениям с очень низкими требованиями к плодородию почвы, что позволяет использовать мало-пригодные для сельскохозяйственного производства земли при создании насаждении этой культуры. Растения голубики высокорослой характеризуются поверхностной корневой системой, не проникающей в слои почвы с более высокими сорбционными свойствами и обеспеченностью влагой, поэтому не могут использовать аккумулированный там запас минеральных соединений. Как известно, одним из важнейших регулируемых факторов увеличения биологической продуктивности культивируемых растений является оптимизация режима минерального питания, за счет подкормок минеральными удобрениями. В связи с чем, определение правильной стратегии минеральных подкормок в конкретных экологических условиях во многом обеспечивает хорошие параметры развития и высокую урожайность выращиваемых культур.

Анализ литературных источников, касающихся минерального питания голубики, и практический опыт выращивания показы-

вают, что в условиях культуры растения голубики очень отзывчивы на подкормки минеральными удобрениями, а недостаток питательных веществ в почве способствует снижению продуктивности растений [1-3].

Целью настоящих исследований являлась оценка биологической эффективности применения минерального удобрения БИОПОН на голубике высокорослой.

Объекты и методы исследования

Исследования выполнялись в отраслевой лаборатории интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси, расположенной в Ганцевичском районе Брестской области. Объектом исследований являлись 2-летние саженцы голубики высокорослой трех сортов ('Bluescop', 'Jersey', 'Patriot'), с закрытой корневой системой. Укорененные стеблевые черенки были высажены в мае в 2-литровые контейнеры, заполненные субстратом. Почвенный субстрат — верховой торф, с $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 4,4, с содержанием P_2O_5 — 79 мг/кг, K_2O — 180 мг/кг, CaO — 276 мг/кг, MgO — 496 мг/кг, S — 356 мг/кг. В одинаковых условиях освещенности размещали в 3-кратной повторности по 5 растений каждого сорта.

Подкормки растений проводили комплексным минеральным удобрением «БИОПОН Удобрение для голубики и других ягодных культур» (Польша) (%): N — 7,0–12,0; P_2O_5 — 4,0–6,0; K_2O — 7,0–12,0; Mg — 0,8–1,6; S — 11,0–17,0; B — 0,02–0,04; Cu — 0,01, Zn — 0,01. В качестве эталона использовали комплексное гранулированное минеральное удобрение «ФЕРТИКА Универсал — 2» (Россия) (%): N — 11,3; P — 12,0; K — 26,0; S — 0,7; Ca — 0,55; Cu — 0,08; B — 0,09; Fe — 0,16; Mn — 0,16; Mo — 0,08; Zn — 0,09. Подкормку проводили путем разбрасывания (россыпью) в июне в два приема, из расчета 2 г/растение (25 г/м²).

Метеорологические условия в период исследований по основным погодным показателям (температура воздуха, число выпавших осадков) были близки к средним многолетним значениям. Ночные температуры воздуха не опускались ниже +5°C. Осадки

выпадали периодически. В бездождевые периоды проводили надкронное орошение исследуемых растений.

В качестве оценочного критерия эффективности корневой подкормки минеральным удобрением использовали биометрические параметры растений, как показатель развития его вегетативной сферы. Замеры параметров растений проводили перед закладкой опыта и после его завершения — в конце вегетационного сезона. Статистическую обработку данных выполняли с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel на 95 %-ном уровне значимости.

Результаты исследований и их обсуждение

Полученные результаты показали, что комплексное минеральное удобрение БИОПОН в виде корневой подкормки оказало положительный эффект на прирост побегов растений голубики высокорослой. За период исследований под действием подкормок удобрением суммарная длина побегов культивируемых растений увеличилась по сравнению с контрольным вариантом опыта у сорта 'Patriot' в 3,0, у сорта 'Bluecrop' — в 1,9 и у сорта 'Jersey' — в 2,9 раза (табл. 1).

Число побегов возросло у растений сорта 'Patriot' в 2,3, у 'Bluecrop' — в 2,0 и у 'Jersey' — в 2,9 раза. Стимулирующее действие удобрения БИОПОН на ростовые процессы голубики сортов 'Patriot' и 'Bluecrop' незначительно превышало эффект от применения эталонного удобрения ФЕРТИКА, несмотря на то, что содержание макроэлементов (NPK) в эталонном удобрении в 1,3–1,6 раза больше, чем в тестируемом. При этом, следует отметить, что для растений сорта 'Jersey' число побегов и их длина были несколько ниже в варианте с использованием удобрения БИОПОН, чем с подкормкой удобрением ФЕРТИКА (табл. 2).

Польским исследователем Р. Krawiec [3], отмечен положительный эффект на рост растений голубики высокорослой сорта 'Bluecrop', при подкормке комплексным минеральным удобрением. По сведениям автора, внесение минеральных соединений способствовало увеличению прироста побегов в 1,2 раза, числа по-

Таблица 1 — Влияние подкормок минеральными удобрениями на биометрические параметры растений голубики высокорослой

Сорт	Вариант опыта	Биометрические параметры растений					
		перед закладкой опыта			после проведения опыта		
		число побегов, шт.	суммарная длина побегов, см	средняя длина побега, см	число побегов, шт.	суммарная длина побегов, см	средняя длина побега, см
Patriot	ФЕРТИКА	1,4 ± 0,3	7,3 ± 1,4	5,8 ± 1,5	3,2 ± 0,4	25,5 ± 4,9	8,1 ± 1,5
	БИОПОН	1,2 ± 0,3	6,5 ± 1,6	6,5 ± 1,6	2,9 ± 0,5	29,9 ± 3,8	10,8 ± 2,1
	Контроль	1,4 ± 0,3	7,9 ± 1,4	7,9 ± 1,4	1,4 ± 0,3	9,9 ± 1,9	7,4 ± 1,1
	НСР₀₅	0,45	1,97	2,05	0,58	5,16	2,22
Bluecrop	ФЕРТИКА	1,3 ± 0,3	9,2 ± 1,1	7,7 ± 1,6	2,8 ± 0,8	24,2 ± 4,3	11,1 ± 4,1
	БИОПОН	1,3 ± 0,3	6,6 ± 1,0	6,6 ± 1,0	3,1 ± 1,2	25,1 ± 4,1	9,6 ± 2,9
	Контроль	1,3 ± 0,5	9,7 ± 1,3	8,2 ± 1,4	1,4 ± 0,5	13,0 ± 2,5	10,1 ± 1,7
	НСР₀₅	0,51	1,57	1,88	1,21	5,12	4,17
Jersey	ФЕРТИКА	1,2 ± 0,3	8,9 ± 1,4	7,8 ± 1,4	3,5 ± 0,7	40,0 ± 6,0	11,8 ± 1,6
	БИОПОН	1,2 ± 0,3	8,8 ± 2,6	7,9 ± 1,0	2,7 ± 0,8	35,1 ± 11,1	13,3 ± 2,5
	Контроль	1,1 ± 0,2	11,0 ± 1,9	9,5 ± 1,6	1,2 ± 0,3	14,0 ± 2,7	11,1 ± 1,3
	НСР₀₅	0,36	2,73	1,87	0,87	10,22	2,55

Таблица 2 — Влияние подкормок минеральными удобрениями на прирост надземной части растений голубики высокорослой

Сорт	Вариант опыта	Прирост			
		число побегов, шт.		суммарная длина побегов, см	
		среднее	отклонение от контроля	среднее	отклонение от контроля
Patriot	ФЕРТИКА	1,8 ± 0,6	+1,8	18,2 ± 5,0	+16,0
	БИОПОН	1,7 ± 0,6	+1,7	23,4 ± 3,2	+21,2
	Контроль	0,0 ± 0,0		2,2 ± 1,6	
Bluecrop	ФЕРТИКА	1,6 ± 0,6	+1,5	15,0 ± 3,9	+11,6
	БИОПОН	1,8 ± 1,1	+1,7	17,5 ± 4,4	+14,1
	Контроль	0,1 ± 0,2		3,4 ± 1,6	
Jersey	БИОПОН	2,3 ± 0,7	+2,2	31,2 ± 5,2	+28,2
	Биорон	1,5 ± 0,7	+1,4	26,5 ± 9,5	+23,5
	Контроль	0,1 ± 0,2		3,0 ± 2,4	

бегов — в 1,2–1,3 раза, а также величины урожайности — в 1,2–1,4 раза и массы плода — в 1,1 раза, по сравнению с контролем, что согласуется с полученными нами результатами.

Выводы

Применение минерального комплексного удобрения «БИОПОН Удобрение для голубики и других ягодных культур» при двукратной корневой подкормке (внесение россыпью) способствовало стимулированию роста растений голубики высокорослой. На основании полученных экспериментальных данных нами было принято решение рекомендовать удобрение БИОПОН к использованию при возделывании голубики высокорослой, и, в результате, оно включено в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь для применения в агропромышленном комплексе и для розничной продажи населению.

Список использованной литературы

1. Borówka wysoka / E. Cichoncka et [al.]; pod red. K. Pliszki. — Warszawa: Panst. Wydawn. Rolnicze i Leśne, 2002. — 156 s.
2. Smolarz, K. Borówka i żurawina — zasady racjonalnej produkcji / K. Smolarz. — Warszawa: Hortpress Sp. Zoo., 2009. — 255 s.
3. Krawiec, P. Nawozenie borówki na podstawie praktycznych doswiadczen / P. Krawiec // Konferencja Borówkowa: Nowoczesna uprawa borówki. — Krakow, Drukarnia Know-How. — 2018. — S. 83–92.

Биохимический состав плодов
актинидии коломикты
(*Actinidia kolomikta* Rupr. et Maxim.)
и актинидии аргуты
(*Actinidia arguta* Sieb. et Zucc.)
в условиях Беларуси

М. Л. Пигуль, И. Н. Остапчук

Беларусь, Самохваловичи, Институт плодородства НАН Беларуси

Плоды актинидии характеризуются высокими вкусовыми качествами. Исследования, проведенные разными учреждениями в различных странах мира подтверждают, что актинидия является одним из самых богатых источников питательных веществ и антиоксидантов (более 20 соединений с лечебным эффектом) [1].

В них содержится в зависимости от видовой принадлежности 15–150 % сухих веществ, 6–24 % сахаров, 0,7–2,4 % органических кислот, витамин Р (60–85 мг/100 г), В¹ (0,03–0,04 мг/100 г), В² (0,02–0,03 мг/100 г), В⁵ (0,33 мг/100 г), полифенолы (750–2100 мг/100 г), пектин (2,17–3,30 %), дубильные и красящие вещества до 760 мг/100 г. Но больше всего их ценят за высокое содержание аскорбиновой кислоты 700–1900 мг/100 г. В плодах актинидии в 3–4 раза больше витамина С, чем в ягодах смородины черной и в 10–15 раз больше по сравнению с плодами цитрусовых культур и в 100 раз больше, чем в яблоках. Богата она и минеральными солями: калия — 161,3–180,0 мг/100 г, кальция — 138–163 мг/100 г, марганца — 0,27–0,35 мг/100 г, магния — 15,1–31,55 мг/100 г, натрия — 28–38 мг/100 г, железо — 1,12–1,46 мг/100 г, фосфора — 62–74 мг/100 г, кобаль-

та — 69,2–82,0 мкг/100 г, йода — 4,7–10,5 мкг/100 г, селена — 1,0–1,2 мкг/100 г, клетчатки — 1,3–1,5 % [2, с. 1; 3, с. 19; 4, с. 65–72; 5, с. 10].

Плоды содержат специфический фермент актинидин, который действует в организме человека аналогично ферменту папаину (стимулирует расщепление белков), который способствует перевариванию мяса [3, с. 19].

Объектами исследований служили 7 сортов актинидии коломикты (*Actinidia kolomikta* Rupr. et Maxim.) посадки 2011 г.: Ароматная, ВИР-1, Достойная, Однодомная, Превосходная, Сентябрьская (Федеральный исследовательский центр Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова), Вафельная (ФГБНУ ВСТИСП) и 3 сорта актинидии аргуты (*Actinidia arguta* Sieb. et Zucc.): Киевская крупноплодная, Киевская гибридная и Ласунка (НБС им. Н. Н. Гришко НАН Украины).

Биохимический анализ свежих плодов выполнен в отделе биотехнологии РУП «Институт плодоводства»: растворимые сухие вещества — рефрактометрическим методом по ГОСТу 28562–90 [6], сахара — спектрофотометрически по методу Бертрана [7], пектиновые вещества — спектрофотометрическим карбазольным методом [8], титруемую кислотность — титриметрическим методом по ГОСТу 25555.0 с пересчетом по яблочной кислоте [9], аскорбиновую кислоту — спектрофотометрически после реакции с α , α -дипиридиллом [10], фенольные соединения — спектрофотометрически с использованием реактива Фолина-Дениса [11].

Статистическую обработку результатов исследований проводили с помощью пакета прикладных программ Statistica 7.0 и Excel.

Целью исследований является биохимическая оценка сортов актинидии различного генетического происхождения с целью выделения лучших образцов по отдельным биохимическим показателям и их комплексу.

В результате исследований, сорта производные *Actinidia kolomikta* Rupr. накапливали в среднем в зависимости от сорта 14,38–17,65 % растворимых сухих веществ, более высокое их содержание отмечено у сорта Сентябрьская — 17,65 %.

У сортов производных *Actinidia arguta* Sieb. et Zucc. среднее содержание растворимых сухих веществ составило 13,25–14,50%, более высоким содержанием характеризовался сорт Киевская гибридная — 14,50%.

Сумма сахаров, у сортов производных *Actinidia kolomikta* Rupr. варьировала от 6,66 до 8,55%, наибольшим показателем характеризуются сорта — ВИР-1 (8,55%), Вафельная (8,14%) и Сентябрьская (8,05%).

Среди сортов производных *Actinidia arguta* Sieb. et Zucc. максимальным содержанием сахаров характеризовался сорт Киевская гибридная (8,60%).

Кислотность у сортов производных *Actinidia kolomikta* Rupr. варьировала от 1,70 (Однодомная) до 2,08% (Сентябрьская). Пониженной кислотностью характеризовались сорта Вафельная и Однодомная, также потомки *Actinidia arguta* Sieb. et Zucc. — 1,52–1,55%.

Соотношение сахаров и кислот (сахарокислотный индекс) в значительной степени определяют вкус плодов. Высокий сахарокислотный индекс, как правило, характеризует высокую оценку вкуса плодов [12, с. 39].

Сорта производные *Actinidia kolomikta* Rupr. незначительно различались по значению данного показателя. Среднее значение сахарокислотного индекса варьировало от 3,66 до 4,76. Наибольшим соотношением сахар/кислота характеризовался сорт Вафельная (4,76). Сахарокислотный индекс в плодах *Actinidia arguta* Sieb. et Zucc. был выше, чем в плодах *Actinidia kolomikta* Rupr., в среднем составил 5,38.

Плоды актинидии содержат также пектиновые вещества. Пектиновые вещества относятся к биологически активным — способствуют выведению из организма тяжелых и радиоактивных металлов; обладают радиопротекторными свойствами, а также имеют важное значение при переработке от них зависит очистка и стабилизация фруктовых соков, желеобразующие свойства [13, с. 12–13].

Содержание их в зависимости от генетического происхождения составило 0,80–1,16%. Среди сортов производных *Actinidia*

kolomikta Rupr., наибольшим содержанием пектинов характеризовался сорт Сентябрьская — 1,16 %, достаточно высоким содержанием пектинов характеризовались сорта Ароматная (1,11 %), ВИР-1 (1,12 %). Значительно ниже данный показатель был отмечен у сортов производных *Actinidia arguta* Sieb. et Zucc. — 0,80–0,86 %.

Основное достоинство плодов актинидии – накопление значительного количества аскорбиновой кислоты, по содержанию которой культура превосходит смородину черную, облепиху, апельсин, лимон, сладкий перец [3, с. 19, 14, с. 10].

У сортов производных *Actinidia kolomikta* Rupr. накапливалось в среднем аскорбиновой кислоты — 350,61–473,79 мг/100 г. Высоким содержанием характеризовались сорта Вафельная — 473,79 мг/100 г, Сентябрьская — 405,41 мг/100 г. Сорта производные *Actinidia arguta* Sieb. et Zucc., отличались более низким содержанием аскорбиновой кислоты — 272,5–324,3 мг/100 г.

У сортов производных *Actinidia kolomikta* Rupr., накапливалось 208,24–255,55 мг/100 г фенольных соединений, максимальным было значение у сортов ВИР-1 и Превосходная — 255,31 и 255,55 соответственно. Значительно ниже накапливалось фенольных соединений у сортов, производных *Actinidia arguta* Sieb. et Zucc. — 186,3–192,0 мг/100 г.

Биохимический состав плодов актинидии представлен в таблице.

В результате изучения биохимического состава сортов производных *Actinidia kolomikta* Rupr., выделены источники низкой кислотности, высокого содержания сахаров и аскорбиновой кислоты — Вафельная; высокого содержания сахаров, пектинов и фенольных соединений — ВИР-1; высокого содержания РСВ, сахаров, пектинов и аскорбиновой кислоты — Сентябрьская.

Среди сортов производных *Actinidia arguta* Sieb. et Zucc., выделены также источники, сочетающие высокое содержание РСВ, сахаров и низкой кислотности — Киевская гибридная; сахаров, низкой кислотности и аскорбиновой кислоты — Киевская крупноплодная; сахаров и низкой кислотности — Ласунка.

Таблица — Химический состав плодов актинидии *Actinidia kolomikta* Rupr., *Actinidia arguta* Sieb. et Zucc. (2018–2020 гг.)

Сорт	PCB, %	Сахара, %	Кислотность, %	Сахаро-рокси-лотный индекс	Пекти-ны, %	Аскор-биновая кислота, мг/100 г	Феноль-ные соеди-нения, мг/100 г
Ароматная	15,35 ^{ab}	7,00 ^{ab}	1,91 ^{cd}	3,66	1,11 ^{ab}	350,61 ^a	230,22 ^a
Вафельная	16,43 ^{ab}	8,14 ^{ab}	1,71 ^a	4,76	1,09 ^{ab}	473,79 ^b	235,32 ^a
ВИР-1	16,81 ^{ab}	8,55 ^b	2,06 ^b	4,15	1,12 ^{ab}	357,33 ^a	255,31 ^a
Достойная	16,68 ^{ab}	7,47 ^{ab}	1,81 ^{ac}	4,12	1,04 ^a	394,56 ^{ab}	229,14 ^a
Однодомная	14,38 ^a	6,66 ^a	1,70 ^a	3,91	1,01 ^{ac}	388,65 ^{ab}	208,24 ^a
Превосходная	15,24 ^{ab}	7,77 ^{ab}	1,96 ^{bd}	3,96	0,93 ^c	365,68 ^a	255,55 ^a
Сентябрьская	17,65 ^b	8,05 ^{ab}	2,08 ^b	3,87	1,16 ^b	405,41 ^{ab}	229,47 ^a

Примечание:

* Различия между сортами, обозначенными одинаковыми буквами, не существенны при $p = 0,05$ (в пределах каждого столбца).

Киевская крупноплодная	13,25 ^a	8,02 ^a	1,52 ^a	5,27	0,86 ^a	324,3 ^a	186,3 ^a
Киевская гибридная	14,50 ^a	8,60 ^a	1,54 ^a	5,58	0,80 ^a	308,7 ^a	191,5 ^a
Ласунка	14,15 ^a	8,23 ^a	1,55 ^a	5,30	0,84 ^a	272,5 ^a	192,0 ^a

Примечание:

* Различия между сортами, обозначенными одинаковыми буквами, не существенны при $p = 0,05$ (в пределах каждого столбца).

Список использованной литературы

1. Latocha, P. The Nutritional and Health Benefits of Kiwiberry (*Actinidia arguta*) — a Review — [Electronic resource] / P. Latocha // Warsaw University of Life Sciences — SGGW, Institute of Horticulture Sciences. — Mode of access: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Nutritional-and-Health-Benefits-of-Kiwiberry-Latocha/f86332a52881ab76dd0b04da45f6657154089250>. — Date of access: 11.09.2021.
2. Макарова Н. В. Изучение химического состава и антиоксидантной активности актинидии [Электронный ресурс]. — <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-himicheskogo-sostava-i-antioksidantnoy-aktivnosti-aktinidii/viewer>. Дата доступа: 8.09.2021.

3. Блишникова О. М., Елисеева Л. Г., Ковешникова Е. Ю. Ягоды актинидии — уникальный источник биологически активных веществ [Электронный ресурс].
4. Колбасина Э. И. Актинидия. Лимонник. Пособие для садоводов любителей. — Москва, 2007. — 176 с.
5. Козак Н. В., Имамкулова З. А., Куликов И. М. Редкие ягодные культуры: морфология, биохимия, экология. ФГБНУ ВСТИСП. — Москва, 2020. — 72 с.
6. Определение пектиновых веществ карбазольным методом // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т садоводства им. И. В. Мичурина; редкол.: Г. А. Лобанов [и др.]. — Мичуринск, 1973. — С. 273–278.
7. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ: ГОСТ 28562-90. — Взамен ГОСТ 8756.2-82 в части разд. 4; введ. 01.07.91. — М.: Изд-во стандартов, 1990. — 15 с.
8. Определение сахаров в овощах, ягодах и плодах / Б. А. Ягодин [и др.] // Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин [и др.]; под общ. ред. Б. А. Ягодина. — М., 1987. — С. 200–208.
9. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности: ГОСТ 25555.0-82 (СТ СЭВ 301081). — Взамен ГОСТ 8756.15-70 в части продуктов переработки плодов и овощей, ГОСТ 12229-66; введ. 01.01.83. — М.: Изд-во стандартов, 1983. — 4 с.
10. Spanyol P., Kevei E., Blazovich M. Bestimmung des tatsächlichen Gehaltes an Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure in Lebensmitteln. — Ztchr. für Lebensmittel-Unters. u. Forschung. — 1963. — Vol. 123. — № 2. — S. 93–102.
11. Колориметрический метод определения общего содержания фенольных соединений с использованием реактива Фолина-Дениса // Методические указания по исследованию биологически активных веществ плодов / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова; сост.: Г. Б. Самородова-Бианки, С. А. Стрельцина; под ред. Г. Б. Самородовой-Бианки. — Л., 1979. — С. 20–22.
12. Крысова, А. Я. Изменчивость биохимического состава плодов жимолости в условиях лесостепной зоны Алтайского края [Электронный ресурс] / [А. Я. Крысова и др.] — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenchivost-biohimicheskogo-sostava-plodov-zhimolosti-v-usloviyah-lesostepnoy-zony-altayskogo-kraja>. Дата доступа: 8.09.2021.
13. Широко Т. С., Ярошевич И. В. Биохимия и качество плодов. — Минск: Наука і тэхніка, 1991. — 294 с.

Эффективность двухкомпонентных фунгицидов в насаждениях голубики высокорослой

Р. И. Плескацевич, Е. В. Васеха

*Беларусь, аг. Прилуки, Минский район, Институт защиты растений
НАН Беларуси*

Введение. Текущий 2021 год объявлен ФАО международным годом фруктов и овощей. Спрос на ягодную продукцию, в том числе малораспространенных культур, ежегодно растет как в странах ЕС, так и в нашей республике. Голубика высокорослая (*Vaccinium corymbosum* L.) за последние 10 лет из нишевой культуры превратилась в одну из наиболее перспективных ягодных культур для промышленного возделывания в Беларуси. В республике отмечается тенденция ежегодного увеличения площадей под промышленными посадками голубики высокорослой, которые на сегодняшний день составляют около 2000 га.

В условиях многолетнего возделывания голубики высокорослой с использованием системы капельного полива, ежегодной обрезки растений, в насаждениях культуры создается особый микроклимат, способствующий развитию и распространению инфекционных болезней. Значительный вред голубике высокорослой наносят болезни грибной этиологии, которые снижают как продуктивность растений, так и качество ягод.

В 2010–2019 гг. на основании мониторинга фитосанитарной ситуации в промышленных насаждениях голубики высокорослой определено 15 видов возбудителей болезней, развитие которых может приводить к потере общего урожая до 80 %. На голубике высокорослой выявлены патогены, вызывающие различные

типы болезней: рак стеблей и ветвей (*Godronia cassandrae* Peck., *Botryosphaeria dothidea* (Schear.) Barr.), фомопсисное увядание побегов (грибы рода *Diaporthe* spp.), монилиальный ожог (*Monilinia vaccinii* — *corymbosi* Wor.), антракноз (*Colletotrichum* spp.), пятнистости листьев (*Septoria alborpunctata* Cooke., *Gloeosporium minus* Schear, *Alternaria tenuissima* (Kurze: Fr.) Wiltshire, *Phyllosticta vaccinii* Earle, *Ascochyta vaccinii* Jacz., *Gibbera vaccinicola* Ckl.) Petr., *Pestalotia vaccinii* Kleb., *Naohidemyces vaccinii* Earle., *Gloeocercospora inconspicua* Schear.), серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.: Fr.) [1, 2].

В результате анализа видового и структурного доминирования фитопатогенов установлено, что наиболее распространенными и экономически значимыми болезнями голубики высокорослой в условиях Беларуси являются: рак стеблей — возбудитель гриб *G. cassandrae* (анаморфа *Fusicoccum putrefaciens* Shear.) (распространенность до 88,0%), фомопсисное увядание ветвей — возбудитель гриб р. *Diaporthe* spp. (анаморфа *Phomopsis* spp.) (распространенность до 63,0%), рак ветвей или ботриосферовая цветковая гниль — возбудитель гриб *B. dothidea* (распространенность до 32,0%) и антракноз — возбудитель гриб *Colletotrichum* spp. (распространенность до 53,4%). Кодоминируют: монилиальный ожог — возбудитель гриб *M. vaccinii* — *corymbosi* (распространенность до 13,0%) и серая гниль — возбудитель гриб *B. cinerea* (распространенность на листьях до 15,0%, на плодах — до 15,0%).

В промышленных насаждениях республики защита голубики высокорослой от болезней в основном базируется на применении пестицидов. В структуре затрат на защиту данной культуры от вредных организмов фунгициды занимают основную статью расходов. До 2020 года в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, для защиты голубики высокорослой от болезней были включены четыре монокомпонентные фунгицида: Азофос, 50% к. с., Скор, КЭ, 0,2 л/га, Раек, КЭ, 0,2 л/га, Трайдекс, ВДГ, 2,0 кг/га.

Ограниченный ассортимент фунгицидов не всегда позволяет снизить ущерб, вызванный усилением вредоносности возбудителей болезней, которая связана с изменением особенностей

биологии патогенов, повышением их адаптационного потенциала. Поэтому изучение новых эффективных двухкомпонентных средств защиты от болезней голубики высокорослой актуально.

Методика и место проведения исследований

Объекты исследований — фунгициды ИООО «БАСФ» — Серкадис Плюс, КЭ (д. в. флуксапироксад, 75 г/л + дифеноконазол, 50 г/л) и Беллис, ВДГ (д. в. пираклостробин, 128 г/кг + боскалид, 252 г/кг), возбудители болезней голубики высокорослой.

Производственные опыты по изучению биологической эффективности фунгицидов Серкадис Плюс, КЭ с нормами расхода 0,6 и 1,0 л/га и Беллис, ВДГ, 0,8 кг/га в насаждениях голубики высокорослой сорта Блюкроп 2014 г. посадки проводили в КФХ «Ягодное лукошко» Ганцевичского района Брестской области согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» (2007) [3]. Опыты проводились в двукратной повторности (1 га — повторность). Фунгициды Серкадис Плюс, КС и Беллис, ВДГ применяли двукратно: в фазе «начало цветения» (11.05) и «конец цветения — начало образования завязи» (03.06) в период начала и массового лета спор грибов-возбудителей усыхания побегов *Diaporthe* sp., *Colletotrichum* sp., *Godronia cassandrae*. Также против гнилей ягод применяли Беллис, ВДГ однократно с нормой расхода 0,8 кг/га в начале созревания ягод за 3 дня до начала сбора (06.07) с последующим контролем динамики содержания остаточных количеств д. в. в продукции. Расход рабочей жидкости 400 л/га. Статистический анализ результатов исследований проводили согласно методике Б. А. Доспехова [4].

Результаты исследований

В насаждениях голубики высокорослой сорта Блюкроп в вегетационном периоде 2019 г. в КФХ «Ягодное лукошко» доминировали болезни усыхания побегов — антракноз побегов, фомосисное увядание ветвей и рак стеблей. В ранневесенний период бы-

ли проведены 3 профилактические обработки: медный купорос, 1 %-й р-р (02.04); Азофос модифицированный, 50 % к. с., 4,0 л/га (12.04); Трайдекс, ВДГ, 2,0 кг/га (22.04).

Распространенность болезней усыхания побегов (антракноз, фомопсисное увядание) в первой декаде мая не превышала 5,0%. Во 2-й декаде мая на фоне высокой влажности и умеренной температуры воздуха в фенофазу «цветение» голубики высокорослой отмечалось массовое рассеивание конидий возбудителей антракноза (*Colletotrichum* sp.) и фомопсисного увядания (*Diaporthe* sp.), в связи с чем, 11.05 была проведена первая обработка фунгицидами Серкадис Плюс, КС с нормами расхода 0,6 и 1,0 л/га и Беллис, ВДГ, 0,8 кг/га. В фенофазу «конец цветения — начало образования ягод» (03.06) распространенность антракноза на побегах составила: в варианте без обработки 10,7%, в опытном варианте с фунгицидом Серкадис Плюс, КС — не более 0,6%, в варианте с фунгицидом Беллис, ВДГ — 1,8%. На фоне жаркой погоды в июне наблюдалось дальнейшее прогрессирование болезней. В первой декаде июня (03.06) проведена вторая обработка фунгицидами. Через 3 недели после второй обработки (27.06) распространенность антракноза на побегах увеличилась в контроле до 14,1%, в то время как в вариантах опыта с фунгицидом Серкадис Плюс, КС — осталась на прежнем уровне, в варианте с фунгицидом Беллис, ВДГ — 5,0%. Во второй половине вегетации в период созревания и уборки ягод (июль-август) распространенность антракноза за счет прироста новых побегов увеличилась незначительно во всех вариантах опыта и составила: 2,5–2,0% (Серкадис Плюс, КС, 0,6–1,0 л/га) — 5,7% (Беллис, ВДГ), в контроле — 14,5%. Биологическая эффективность фунгицидов против антракноза побегов на 73 день после второй обработки составила: Серкадис Плюс, КС с нормами расхода 0,6 и 1,0 л/га 82,8–86,2%, Беллис, ВДГ — 60,7% соответственно.

Распространенность фомопсисного увядания побегов голубики высокорослой после проведения 1-й обработки в вариантах с фунгицидами не превышала 0,7%, в варианте без обработки — 1,8%. Через 3 недели после 2-го опрыскивания (27.06) распространенность болезни в варианте без обработки увеличилась до

12,5 %. В вариантах опыта с фунгицидом Серкадис Плюс, КС отмечались единично пораженные побеги — распространенность фомопсисного увядания не превысила 0,6 %. В варианте с применением фунгицида Беллис, ВДГ количество пораженных побегов увеличилось до 3,3 %. Прохладная и дождливая погода в июле способствовала дальнейшему распространению болезни. В учете, проведенном во второй декаде августа, в варианте без обработки распространенность фомопсисного увядания увеличилась до 17,8 %. В опытных вариантах с применением Серкадис Плюс, КС количество пораженных побегов варьировало от 2,0 до 3,0 %, в варианте с Беллис, ВДГ — 6,0 %. Биологическая эффективность против фомопсисного увядания побегов составила: фунгицида Серкадис Плюс, КС с нормами расхода 0,6 и 1,0 л/га 83,1 и 88,9 %, Беллис, ВДГ — 66,3 %.

Распространенность рака стеблей в первой половине вегетации была не высокой. В фенофазу голубики высокорослой «конец цветения — начало образования ягод» (03.06) перед второй фунгицидной обработкой распространенность болезни в контроле составила 5,7 % при развитии 1,1 %. В опытных вариантах количество пораженных раком стеблей было практически одинаковым во всех вариантах опыта и не превышало 2,1 % при развитии до 0,5 %. Погодные условия июля, характеризующиеся умеренной температурой и высокой влажностью воздуха, были благоприятными для возбудителя болезни. Таким образом, к периоду созревания ягод (19.07) развитие рака на стеблях в варианте без обработки достигло 5,2 % при распространенности 16,3 %. В варианте опыта с фунгицидом Серкадис Плюс, КС с нормой расхода 0,6 л/га развитие болезни составило 2,1 %, что в 2,5 раза ниже, чем в контроле. В варианте с 2-кратной обработкой препаратом с нормой расхода 1,0 л/га — развитие болезни было снижено в 5,8 раз по сравнению с вариантом без обработки. В варианте опыта с фунгицидом Беллис, ВДГ развитие болезни было в 4 раза ниже по сравнению с контролем и составило 0,9 % при распространенности 3,2 %. В августе развитие рака стеблей в опытных вариантах существенно не изменилось. Биологическая эффективность против рака стеблей составила: фунгицида Серкадис Плюс, КС в нор-

ме расхода 0,6 л/га 73,7 %, при максимальной норме расхода 1,0 л/га — 89,5 %; фунгицида Беллис, ВДГ — 84,2 %.

Сохраненный урожай ягод в опытных вариантах составил: Серкадис Плюс, КС — 6,0 и 7,7 ц/га, в варианте применения фунгицида Беллис, ВДГ — 9,0 ц/га.

В опыте по изучению биологической эффективности фунгицида Беллис, ВДГ против гнилей ягод на основании лабораторной диагностики установлено, что видовой состав болезней был представлен следующими видами: *Botrytis cinerea* (серая гниль), *Colletotrichum* sp. (антракноз), *Alternaria* sp. (альтернариозная гниль), *Monilinia vaccinii-corymbosi* (монилиоз). Погодные условия в 1-й и 2-й декадах июля, характеризующиеся умеренной температурой воздуха и частым выпадением осадков, были благоприятными для заражения ягод возбудителями гнилей. Через 3 дня после обработки (1-й сбор урожая) распространенность гнилей на ягодах в варианте без обработки составила 3,0 %, в то время как в варианте с применением фунгицида Беллис, ВДГ — признаков болезней не было отмечено. На 13-е сутки после обработки (2-й сбор) количество пораженных гнилями ягод в опытном варианте не превысило 0,2 %, а на 20-е сутки (3-й сбор) — отмечено незначительное увеличение до 2,1 %. В варианте без обработки распространенность гнилей ягод в период 3-го сбора достигла 11,0 %. Биологическая эффективность фунгицида Беллис, ВДГ против гнилей ягод была высокой и составила 81,0 % по сравнению с вариантом без обработки.

На основании полученных данных по высокой биологической и хозяйственной эффективности в защите голубики высококорослой от болезней в 2020 г. фунгициды Серкадис Плюс, КС и Беллис, ВДГ включены в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

Список использованной литературы

1. Плескацевич, Р. И. Болезни голубики высокой / Р. И. Плескацевич, Е. Е. Берлинчик // Наше сельское хозяйство. — 2013. — № 3. — С. 93–94.
2. Плескацевич, Р. И. Патогенная микобиота голубики высокой / Р. И. Плескацевич, Е. В. Васеха // Состояние и перспективы защиты растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 45-летию со дня организации РУП «Институт защиты растений», Минск — Прилуки, 17–19 мая 2016 г. / НПЦ по земледелию, Ин-т защиты растений; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. — Минск, 2016 — С. 283–285.
3. Болезни плодовых культур / Г. Ш. Котикова [и др.] // Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / НПЦ НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; под ред. С. Ф. Буги. — Несвиж, 2007. — С. 371–431.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): 5 изд., доп. и перераб. / Б. А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.

Координация и научное сопровождение работ по развитию в Беларуси нетрадиционного промышленного ягодоводства

В. Н. Решетников

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

В настоящее время в Республике Беларусь имеются все предпосылки для дальнейшего развития нетрадиционного промышленного ягодоводства на основе создания и внедрения новых научных разработок и технологий возделывания интродуцированных ягодных культур — голубики высокорослой, клюквы крупноплодной, брусники сортовой, жимолости съедобной и др., усиления координации деятельности учреждений и организаций различной формы собственности, проводящих исследования и практические работы в данной области.

Особый интерес вызывает представитель семейства вересковых — голубика высокорослая, абorigine восточного побережья США. Данный вид существенно отличается от местного сородича — голубики топяной, превосходя ее по урожайности и полезным показателям плодов. Высокие пищевые и лечебно-профилактические качества голубики обусловили по этой культуре интенсивное развитие технологий и селекционных работ. В настоящее время насчитывается около 400 сортов голубики. Резкое расширение в мире производства голубики — одно из самых ярких событий в выращивании ягодных культур.

Активное развитие голубиководства в Беларуси началось примерно 40 лет назад. В результате исследовательских работ выяв-

лены наиболее зимостойкие, урожайные и стабильно плодоносящие сорта, 17 из них включены в государственный реестр сортов Республики Беларусь. Сформированы коллекции видов и сортов-интродуцентов, создана специализированная опытно-экспериментальная база «Журавинка» (на сегодняшний день это отраслевая лаборатория государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»), где заложены маточники клюквы крупноплодной и голубики высокорослой, организовано производство посадочного материала. Государственным научным учреждением «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси» разработана необходимая техническая документация. Производимый посадочный материал (с оказанием консультативной помощи) реализуется производителям ягодной продукции различных форм собственности, включая садоводов-любителей.

К настоящему времени в Беларуси с участием государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси» создано около 1200 га промышленных насаждений голубики высокорослой более чем в 60 хозяйствах различных форм собственности, специализирующихся на возделывании голубики.

После 40 лет осуществления Государственным научным учреждением «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси» этапов интродукционных исследований с основными культурами промышленного ягодоводства — голубикой высокорослой и клюквой крупноплодной — наступает этап новых скорректированных организационных и научных подходов для закрепления и развития успеха в области промышленного возделывания перспективных интродуцентов.

В организационном плане целесообразно использование принципа циркулярной агроэкономики, основная идея реализации которого заключается в выявлении и полноценном применении всего потенциала ресурсов, полезных для культивирования и дальнейшего использования произведенной продукции, на основе формирования тесных взаимоотношений между производителями, торговыми структурами, организациями по пе-

переработке сырья с ориентацией на бережное использование материальных ресурсов, безотходность, экологическую чистоту и экспорт. В качестве организационной формы для части производителей (прежде всего государственных учреждений) следует использовать кластерную систему. Важным и необходимым является научное сопровождение нетрадиционного ягодоводства, основными позициями в котором выступают селекция, мониторинг возникновения и защита плантаций от болезней, вредителей и сорной растительности, совершенствование технологий, в том числе производство посадочного материала и его тестирование, а также вопросы переработки продукции.

Одновременно необходимо усилить работу по другим ягодным культурам (жимолость съедобная, брусника сортовая, актинидия и др.), перспективным для плантационного выращивания в связи с изменяющимися условиями климата. По этим и другим культурам процесс интродукции находится на этапе агротехнической доработки.

Лидирующие научные позиции в нетрадиционном промышленном ягодоводстве в Беларуси занимает Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси, которым проведена первичная интродукция, разработаны технологии получения посадочного материала и возделывания интродуцированных культур, изданы капитальные научные труды и популярная литература. Данное учреждение имеет тестированные коллекционные фонды и маточники, обладает кадрами в указанной области науки, а также специализированными научно-производственными структурами (отраслевая лаборатория интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений, научно-производственный отдел «Биотехнологический комплекс», отдел биохимии и биотехнологии растений).

Наличие широкого круга производителей ягодной продукции различных форм собственности — государственных предприятий, фермерских хозяйств, индивидуальных предпринимателей — обуславливает целесообразность усиления деятельности общественных объединений ягодоводов, которые будут способствовать координации деятельности всех их участников, орга-

низацию слаженной, скорректированной работы на внутреннем и внешнем рынках, проводить конференции, семинары с обсуждением итогов и возникающих проблем. В решении данного вопроса можно опираться на положительный опыт других стран. В США существует объединение National Berry Crops Initiative (NBCI), сформированное для разработки стратегического плана по росту и устойчивому производству ягод в США и выполняющее функцию развития партнерства промышленности, научных кругов и правительства. В России подобным объединением является Союз производителей ягод. В Беларуси имеется ассоциация «Белсадпитомник», но сфера ее деятельности ограничена рядом других уставных задач.

Общие мероприятия по координации и научному сопровождению нетрадиционного промышленного ягодоводства включают:

- разработку и совершенствование технологий, ориентированных на дальнейшее развитие товарного производства;
- расширение и постоянное обновление коллекционных фондов с их документированием;
- выполнение научных работ по нетрадиционному ягодоводству, а также научных и прикладных работ по технологии освоения выработанных торфяников путем культивирования растений семейства «Брусничные» с последующим расширением масштабов внедрения (до 50 тыс. га);
- организацию согласованных действий производителей;
- присоединение культивирования видов семейства вересковых к общему ягодному конвейеру и развиваемому органическому земледелию, поскольку агротехника выращивания брусничных не предусматривает обязательного интенсивного применения минеральных удобрений и средств защиты;
- проведение мониторинга насыщения внутреннего рынка посадочным материалом, ягодной продукцией и поставок на экспорт;
- осуществление практических мероприятий по интенсификации практической деятельности Научно-производственного

отдела «Биотехнологический комплекс» и отраслевой лаборатории интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси», в том числе проработку вопроса о создании цеха по переработке ягодной продукции;

- развитие международных научных связей, включая обмен селекционным материалом, в том числе с участием и при посредничестве Совета ботанических садов стран СНГ при МААН;
- подготовку кадров и повышение квалификации;
- разработку кратко- и долгосрочного прогнозов интродукции плодово-ягодных растений мировой флоры для нужд аграрного сектора экономики Беларуси.

Ранее состояние означенных исследований и разработок явились предметом научно-аналитического доклада автора этой статьи. Координация и научное сопровождение работ по развитию в Беларуси отрасли плодоводства «нетрадиционное промышленное ягодоводство», по результатам рассмотрения которого принято постановление Бюро Президиума НАН Беларуси от 6 ноября 2020 г. № 503. Было подчеркнуто, что необходимо считать нетрадиционное ягодоводство приоритетной задачей инновационной деятельности ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси».

Молекулярно-генетическая диагностика и идентификация таксонов нетрадиционных ягодных культур

**В. Н. Решетников¹, Е. В. Спиридович¹, О. В. Чижик¹,
А. Н. Юхимук¹, В. Л. Филипня¹, Е. Д. Агабалаева¹, Н. В. Водчиц²**

¹Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

²Беларусь, Пинск, Полесский государственный университет

Для ботанических учреждений и биологических подразделений ВУЗов постоянно актуальными являются цели сохранения и использования редких таксонов, сортов, *ex situ* консервация редких видов и их документирование. На всех этапах сохранения, начиная с гербаризирования, воспроизведения, сохранения, реинтродукции и др., необходимо осуществлять строгое документирование и сертификацию образцов. Активное использование сертификации образцов/коллекций на основе молекулярных методов является неотъемлемым этапом сохранения и поддержания коллекций с необходимой точностью [1–3].

Работы такой направленности с использованием нетрадиционных для производства ягодных культур осуществляются в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси (голубика высокорослая, клюква крупноплодная, брусника сортовая, жимолость съедобная и др.), Институте леса НАН Беларуси (клюква, голубика топяная, и др.), Институте плодоводства НАН Беларуси (жимолость и др.), Полесском государственном университете (голубика высокорослая и др.) и некоторых других учреждениях и организациях.

Работы с каждой культурой проводятся с целью разработки набора уникальных генетических маркеров, позволяющих

с наименьшими временными и финансовыми затратами выполнять точную молекулярно-генетическую паспортизацию и идентификацию генотипов этих хозяйственно ценных видов. Для исследования межсортового полиморфизма, выявления генетического сходства/отдаленности генотипов сортов с целью их дифференцирования используется комплексный подход совместного использования методик, основанных на RAPD- (random amplified polymorphic DNA) и ISSR- (inter simple sequence repeats) ПЦР. Это продиктовано очевидным преимуществами данных методов, а также возможностью значительно расширить зоны покрытия, получить генетические маркеры в двух независимых срезах при совместном использовании этих маркерных систем.

Из списка перечисленных нетрадиционных ягодных культур голубика высокорослая (*Vaccinium corymbosum* L.) в настоящее время является наиболее востребованной, и в связи с этим возникло новое направление в производстве ягодных культур — промышленное голубиководство. Соответственно возникла задача строгой сертификации сортности коллекционного и посадочного материала и коллекций *in vitro* на основе современных молекулярно-биологических и генетических методов, разработки методологии проведения анализа и его стандартизации. Создание генетического паспорта сорта является стратегической необходимостью при оценке качества растительного материала: подтверждения сортности и стабильности генотипа при микроклональном размножении. Пример мультилокусного генетического паспорта голубики высокорослой сорта 'Bluescop' представлена на рисунке 1 (разработчик — Юхимук А. Н.).

В целом следует отметить, что в настоящее время в значительной степени разработаны и оптимизированы протоколы выделения ДНК голубики высокой, подобраны праймеры, позволяющие дифференцировать все исследованные генотипы, оптимизированы условия проведения реакций амплификации с произвольными и микросателлитными праймерами. Использование прибора Bioanalyzer позволяет стандартизировать получение и обработку результатов, повысить разрешающую способность и сопостави-

Молекулярно-генетический паспорт голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.)

Генотип	Bluecrop (Блюкросп)	
Тип коллекции	ex vitro	
Держатель сорта	Полесский государственный университет (г. Пинск, РБ)	
Маркерная система	Микросателлиты (SSR — simple sequence repeats)	
Источник ДНК	Свежая растительная ткань	
Тип образца	Индивидуальный образец	
Тип препарата ДНК	Тотальная ДНК	
Метод выделения ДНК	СТАВ-метод с модификациями (Dempster, 1999)	
Качественный и количественный анализ препаратов ДНК	Спектрофотометрический метод	
Полимеразная цепная реакция (ПЦР)	Стандартная ПЦР с модифицированными флуоресцентной меткой праймерами. Состав амплификационной смеси и режим ПЦР согласно Bassil, 2020.	
Пробоподготовка	Качественный и количественный анализ амплификата — горизонтальный электрофорез в агарозном геле. Визуализация в имидж-системе VersaDoc (Bio-Rad). Очистка продуктов амплификации — в спин-колонках.	
Фрагментный анализ и визуализация	Разделение и визуализация продуктов амплификации — капиллярный электрофорез (генетический анализатор Applied Biosystems 3500)	
Анализ и обработка данных	Программное обеспечение GeneMarker V2.7.0 (Demo)	
Характеристика аллельных состояний локусов (Молекулярно-генетический паспорт)		
Локус CA421F		
Ожидаемые аллели (Boches, 2005)	166, 170, 182, 198	Наблюдаемые количество и размер аллелей СООТВЕТСТВУЮТ ожидаемым значениям
Наблюдаемые аллели	166, 170, 182, 198	
Локус NA1040		
Ожидаемые аллели (Boches, 2005)	184, 192, 210, 216	Наблюдаемые количество и размер аллелей СООТВЕТСТВУЮТ ожидаемым значениям
Наблюдаемые аллели	184, 192, 210, 216	
Локус VCC1K4		
Ожидаемые аллели (Boches, 2005)	182, 203, 236	Наблюдаемые количество и размер аллелей СООТВЕТСТВУЮТ ожидаемым значениям
Наблюдаемые аллели	182, 203, 236	
Заключение Соответствие исследованного генотипа голубики высокорослой (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.) сорту Bluecrop (Блюкросп) ПОДТВЕРЖДЕНО		

Рисунок 1 — Генетический паспорт голубики высокой сорта Bluecrop

мость данных, что важно при поточной сертификации образцов голубики высокой.

Всего было разработано 46 RAPD- и 40 ISSR-маркеров. Получены уникальные спектры для каждого сорта, на основании разработанных маркеров составлены RAPD+ISSR сертификаты, которые можно использовать как эталоны для проведения иден-

тификации образцов и подтверждения сортности культуры. Все использованные RAPD- и ISSR- праймеры позволили разработать уникальные для генотипов маркеры, которые можно рассматривать как потенциальные SCAR-маркеры.

Получены данные, позволяющие оценить примененный метод RAPD+ISSR генотипирования, как достоверный и точный для дифференциации сортов голубики высокой, внесенных в государственный реестр Республики Беларусь, и подтверждающие стабильность генотипов при микроклональном размножении голубики высокой, а также однородность размножаемого материала.

Список использованной литературы

1. Спиридович Е. В., Власова А. Б., Юхимук А. Н., Гончарова Л. В., Агабалаева Е. Д., Решетников В. Н. Молекулярные маркеры в таксономии, метаболом-направленной селекции и сохранении генетических ресурсов ЦБС НАН Беларуси // Генетические основы селекции. Т. 4. Биотехнология в селекции растений. Геномика и генетическая инженерия. — Минск: Беларуская навука, 2014. — С. 507–535.
2. Чижик О. В. Протеомные методы в биотехнологии растений // Биотехнология: достижения и перспективы развития. — Пинск: Полесский ГУ, 2018. — С. 47–50.
3. Пасовец М. В., Водчиц Н. В., Волкова Е. М. Сравнение методик выделения ДНК голубики высокой из агарозного геля // Биотехнология: достижения и перспективы развития. — Пинск: Полесский ГУ, 2018. — С. 26–28.

Влияние удобрений на биофлавоноидный комплекс плодов клюквы крупноплодной на выработанных торфяниках верхового типа

**Ж. А. Рупасова, А. П. Яковлев, П. Н. Белый, Т. И. Василевская,
В. С. Задаля, Н. Б. Криницкая, Л. В. Гончарова**

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

В связи с оптимизацией режима минерального питания клюквы крупноплодной (*Oxycoccus macrocarpus* Ait. Pers.) при выращивании на рекультивируемых площадях выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений верхового типа, было осуществлено сравнительное исследование эффективности минерального гранулированного удобрения пролонгированного действия Basacote Plus 6M ($N_{15}P_8K_{12}$ кг/га д. в.) производства компании СОМРО (Германия), а также двух видов отечественных органических удобрений нового поколения — Экогум-комплекс и соответствующего биологической природе вересковых микробного препарата МаКлоР.

Исследование влияния испытываемых видов удобрений на содержание биофлавоноидов в плодах пятилетних растений сортов *Ben Lear* (из раннеспелых) и *Stevens* (из позднеспелых) осуществлялось на фоне погодных условий сезона 2019 г., характеризовавшихся в основном повышенным температурным фоном при дефиците осадков, в Смолевичском р-не Минской обл. в рамках полевого эксперимента с 5-вариантной схемой: 1 — контроль,

без внесения удобрений; 2 — припосадочное (в мае) луночное внесение удобрения Basacot Plus 6 из расчета 1,5 г под растение; 3 — некорневая обработка вегетирующих растений раствором удобрения Экогум-комплекс в концентрации 15 мл на 3 л воды из расчета 75 мл на растение; 4 — припосадочное (в мае) луночное внесение 5 %-ного раствора препарата МаКлоР из расчета 0,2 л под растение; 5 — припосадочное (в мае) луночное внесение 10 %-ного раствора препарата МаКлоР из расчета 0,2 л под растение. Определение содержания антоциановых пигментов, катехинов и флавонолов в плодах опытных объектов осуществляли с использованием общепринятых методов получения аналитической информации [1–3]. Все определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Установлено, что суммарное содержание биофлавоноидов в сухом веществе плодов сортов *Ben Lear* и *Stevens* варьировалось в рамках эксперимента в диапазонах 12715–15348 и 13562,8–15848 мг/100 г, в том числе антоциановых пигментов — 8424–11401 и 8580–11648 мг/100 г (из них собственно антоцианов — 2050–2945 и 1400–3240 мг/100 г, лейкоантоцианов — 6234–8456 и 6701–8408 мг/100 г, катехинов — 2015–2639 и 2340–3328 мг/100 г, флавонолов — 1657–1978 и 1736–2201 мг/100 г.

Как следует из таблицы 1, применение удобрений обуславливало обогащение ягодной продукции опытных растений биофлавоноидами по сравнению с контролем — на 8–21 % у сорта *Ben Lear* и на 8–17 % у сорта *Stevens*. При этом для первого таксона наиболее результативными были обработки Экогум-комплексом, для второго — внесение Basacot Plus 6. Поскольку в составе Р-витаминного комплекса плодов *O. macrocarpus* доминирующая роль принадлежит антоциановым пигментам, то в изменении их содержания на фоне испытываемых агроприемов нашли отражение основные закономерности, установленные для общего количества биофлавоноидов. При этом для обоих сортов клюквы были установлены сходные диапазоны варьирования отклонений от контроля суммарного содержания антоциановых пигментов в пределах 15–35 % у раннеспелого сорта и 7–36 % у позднеспелого.

лого при наибольшем эффекте в первом случае при обработке Экогум-комплексом, во втором — при внесении Basacot Plus 6. Вместе с тем для сорта *Stevens* была показана более выраженная активизация биосинтеза собственно антоцианов, тогда как для сорта *Ben Lear* — лейкоантоцианов. Так, если увеличение содержания первых у раннеспелого сорта отмечено только при использовании 5%-ного МаКлоРа и Экогум-комплекса и не превышало 28–35% относительно контроля, то у позднеспелого сорта подобное увеличение имело место во всех без исключения вариантах опыта с применением удобрений и достигало 66–131%. При этом для лейкоантоцианов была показана обратная картина — более выраженное усиление накопления у сорта *Ben Lear* — на 16–36% против 6–17% у сорта *Stevens*.

Что касается катехинов и флавонолов, то у сорта *Ben Lear* при использовании органических удобрений (Экогум-комплекса и 10%-ного МаКлоРа) наблюдалось ингибирование биосинтеза первых на 15–17% и отсутствие достоверного влияния на их содержание 5%-ного МаКлоРа, тогда как внесение минерального удобрения стимулировало их накопление на 9% относительно контроля. При этом противоположные по знаку достоверные изменения в содержании флавонолов в пределах 6–12% были выявлены только в вариантах опыта с применением МаКлоРа. В отличие от раннеспелого, для позднеспелого сорта на фоне испытываемых агроприемов было показано преимущественное снижение содержания и катехинов, и флавонолов (на 5–16 и 12–21%) относительно контроля, и лишь внесение 10%-ного МаКлоРа обусловило активизацию накопления первых почти на 20% (см. табл. 1).

Вместе с тем различия темпов биосинтеза основных групп полифенолов в плодах клюквы крупноплодной на фоне испытываемых агроприемов заметно отразились на их долевом участии в составе Р-витаминного комплекса. Так, внесение удобрений способствовало существенной активизации биосинтеза антоциановых пигментов за счет ослабления таковой катехинов и флавонолов, что подтверждалось значительными сдвигами в соотношении их количеств по сравнению с контролем (табл. 2).

Таблица 1 — Относительные различия вариантов полевого опыта с контролем по содержанию биофлавоноидов в плодах *Oxycoccus macrocarpus*, %.

Показатель	Варианты опыта			
	Basacot Plus 6	Экогум-комп.	5% МаКлоР	10% МаКлоР
2019 г.				
<i>Сорт Ben Lear</i>				
Собственно антоцианы	-4,1	+34,5	+28,3	-6,4
Лейкоантоцианы	+22,1	+35,6	+15,7	+24,1
Сумма антоциан. пигм.	+15,3	+35,3	+19,0	+16,2
Катехины	+9,1	-15,1	-	-16,7
Флавонолы	-	-	-11,5	+5,6
Сумма биофлавоноидов	+12,3	+20,7	+11,6	+8,4
<i>Сорт Stevens</i>				
Собственно антоцианы	+131,4	+77,9	+65,7	+70,7
Лейкоантоцианы	+17,1	-6,7	+8,4	+6,3
Сумма антоциан. пигм.	+35,8	+7,1	+17,7	+16,8
Катехины	-15,9	-5,1	-7,0	+19,6
Флавонолы	-15,5	-21,1	-12,8	-11,6
Сумма биофлавоноидов	+16,9	-	+7,7	+12,8
2020 г.				
<i>Сорт Ben Lear</i>				
Собственно антоцианы	+10,4	+20,8	+14,9	+6,5
Лейкоантоцианы	+11,2	+9,2	+20,9	-9,3
Сумма антоциан. пигм.	+10,9	+13,3	+18,8	-3,6
Катехины	+8,8	+7,8	+17,0	+35,4
Флавонолы	-3,6	+18,2	+32,1	+27,3
Сумма биофлавоноидов	+8,2	+12,6	+20,3	+11,2

Продолжение таблицы

Сорт <i>Stevens</i>				
Собственно антоцианы	-32,9	-26,0	+23,7	-16,4
Лейкоантоцианы	+18,3	+27,4	+16,1	+4,7
Сумма антоциан. пигм.	-	+9,5	+18,7	-2,4
Катехины	-12,9	-10,7	-9,5	-18,1
Флавонолы	+16,0	-16,0	-8,5	-8,0
Сумма биофлавоноидов	-	-	+8,2	-7,1

Примечание:

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

Таблица 2 — Долевое участие основных групп биофлавоноидов в составе Р-витаминного комплекса плодов *Oxycoccus macrocarpus* в вариантах полевого опыта, %.

Вариант опыта	Собств. антоц.	Лейко-антоц.	Сумма антоц. пигм.	Катехины	Флавонолы
Сорт <i>Ben Lear</i>					
1 — Контроль	17,2	49,0	66,2	19,0	14,8
2 — Vasacot Plus 6	14,7	53,3	68,0	18,5	13,5
3 — Экогум-комп.	19,2	55,1	74,3	13,4	12,3
4 — 5% МаклоР	19,8	50,8	70,6	17,7	11,7
5 — 10% МаклоР	14,9	56,2	71,1	14,6	14,3
Сорт <i>Stevens</i>					
1 — Контроль	10,3	52,9	63,2	20,5	16,3
2 — Vasacot Plus 6	20,4	53,1	73,5	14,8	11,7
3 — Экогум-комп.	18,4	49,4	67,8	19,4	12,8
4 — 5% МаклоР	15,9	53,3	69,2	17,7	13,1
5 — 10% МаклоР	15,6	49,9	65,5	21,8	12,7

При этом в антоциановом комплексе плодов раннеспелого сорта преимущественно активизировалось накопление лейкоантоцианов, тогда как в таковом позднеспелого — собственно антоцианов. Наиболее выразительно обозначенные сдвиги, величина которых достигала 7–10 %, проявились у первого таксона при использовании Экогум-комплекса и 10 %-ного МаКлоРа, тогда как у второго — при внесении Basacot Plus 6 и в меньшей степени 5 %-ного МаКлоРа.

Список использованной литературы

1. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. — 3-е изд., перераб. и доп. Ленинград, 1987. — 430 с.
2. 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.
3. Андреев, В. Ю. Методика определения антоцианов в плодах аронии черноплодной / В. Ю. Андреев, Г. И. Калинкина, Н. Э. Коломиец, Н. В. Исайкина // Фармация. — 2013. — № 3. — С. 19–21.

Влияние способа вегетативного размножения сортов *Vaccinium corymbosum* L. на углеводный состав плодов

Ж. А. Рупасова, Т. И. Василевская, Н. Б. Криницкая, В. С. Задаля,
О. В. Чижик, О. В. Дрозд, Т. В. Шпитальная, И. М. Гаранович

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

В связи с прогрессирующим увеличением в Беларуси площадей промышленных плантаций голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.), существенно возросли потребности специализированных хозяйств в посадочном материале данной культуры. Основным способом его получения является вегетативное размножение растений посредством укоренения стеблевых черенков, наряду с которым все большее распространение получает микрклональный способ размножения (*in vitro*), обладающий рядом преимуществ по сравнению с традиционным.

Вместе с тем использование данного способа может оказать определенное влияние на уровень питательной и витаминной ценности ягодной продукции голубики, в значительной степени определяемый ее углеводным составом. С целью установления степени возможного влияния на него способа размножения растений, на научно-экспериментальной базе Центрального ботанического сада НАН Беларуси (Ганцевичский р-н Брестской обл.) на фоне контрастных погодных условий сезонов 2019 и 2020 гг. (преобладание повышенного температурного фона при дефиците осадков в первом случае и пониженных температур воздуха при временами избыточном выпадении осадков во втором), было проведено сравнительное исследование в опытной культуре содержания

растворимых сахаров и пектиновых веществ в плодах однолетних растений 4 интродуцированных сортов *V. corymbosum* разных сроков созревания — раннеспелого *Weymouth*, средне-спелого *Bluecrop*, позднеспелых *Elizabeth* и *Atlantic*, полученных традиционным (стеблевым черенкованием) и микроклональным способами вегетативного размножения.

В высушенных при температуре 60 °С пробах растительного материала определяли содержание растворимых сахаров ускоренным полумикрометодом [1]; пектиновых веществ — кальциево-пектатным методом [2]. Все аналитические определения выполнены в трехкратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

В результате исследований установлено, что в условиях сезона 2019 г. диапазон варьирования содержания растворимых сахаров в плодах растений, выращенных из черенков, охватывал область несколько более высоких значений, нежели у их клонированных аналогов, составлявших соответственно 42,0–50,0 % против 42,0–45,3 %. Это свидетельствовало о некотором ослаблении во втором случае биосинтеза данных углеводов, что могло негативно сказаться на показателе сахарокислотного индекса плодов у отдельных сортов голубики, полученных культуральным способом. При этом соответствующие диапазоны изменения показателя сахарокислотного индекса, характеризующего сладость плодов, составляли 8,3–17,2 против 7,8–18,6. В отличие от растворимых сахаров, содержание пектиновых веществ в плодах растений, выращенных *in vivo*, варьировалось сортовым рядом, напротив, в диапазоне более низких, чем у клонированных аналогов, значений, — соответственно, 4,40–6,69 % против 4,84–7,08 %.

Вместе с тем на фоне погодных условий сезона 2020 г. аналогичные диапазоны варьирования в таксономическом ряду содержания растворимых сахаров в плодах голубики составляли 37,0–44,0 % и 43,0–47,3 %, пектиновых веществ — 5,42–6,06 % и 6,32–8,33 % при изменении показателя сахарокислотного индекса в пределах 6,6–10,5 и 8,1–14,8. Сравнение приведенных интервалов варьирования в сортовом ряду количественных характеристик углеводного состава плодов голубики при разных способах размножения одно-

значно указывало на их более высокие значения у клонированных растений, нежели у их традиционных аналогов.

В зависимости от погодных условий вегетационного периода влияние способа вегетативного размножения растений на накопление углеводов в плодах голубики оказалось неоднозначным при весьма выразительных сортовых различиях ответной реакции на его применение. Как следует из таблицы, в условиях сезона 2019 г. не установлено достоверного влияния данного фактора на содержание растворимых сахаров у среднеспелого сорта *Bluecrop* и позднеспелого сорта *Elizabeth*, тогда как для клонированных растений раннеспелого сорта *Weymouth* было показано на 8% более высокое, а для таковых позднеспелого сорта *Atlantic* на 16% более низкое содержание данных углеводов по сравнению с традиционными аналогами. При этом у клонированных растений обоих позднеспелых сортов установлены на 16–24% более низкие, а у сортов *Weymouth* и *Bluecrop*, напротив, на 8% более высокие значения сахарокислотного индекса плодов по сравнению с растениями, размноженными черенками, что свидетельствовало об ухудшении их вкусовых свойств в первом случае и улучшении во втором. Вместе с тем плоды клонированных растений всех опытных сортов голубики оказались на 6–10% богаче традиционных аналогов пектиновыми веществами при вдвое больших, причем сходных различиях у раннеспелого и среднеспелого сортов по сравнению с позднеспелыми.

Вместе с тем на фоне погодных условий сезона 2020 г, в отличие от предыдущего, в большинстве случаев плоды клонированных растений всех опытных сортов голубики превосходили таковые традиционных в содержании растворимых сахаров на 7–17%, что обусловило на 23–41% более высокие значения их сахарокислотного индекса, свидетельствовавшие об улучшении вкусовых свойств ягодной продукции. При этом, как и годом ранее, использование микроклонального способа размножения способствовало активизации накопления в плодах пектиновых веществ на 17–42%.

Таким образом, независимо от погодных условий вегетационного периода, использование микроклонального способа размножения голубики высокорослой оказывало в основном позитивное влияние на углеводный состав ягодной продукции, сте-

Таблица — Относительные различия количественных характеристик углеводного состава плодов сортов *V. corymbosum* при разных способах вегетативного размножения (*in vitro* / *in vivo*) в годы исследований, %

Показатель	Сорт			
	Weymouth	Bluecrop	Elizabeth	Atlantic
	2019 г.			
Растворимые сахара	+7,9	–	–	–16,0
Сахарокислотный индекс	+8,1	+8,4	-23,7	–16,1
Пектиновые вещества	+10,0	+10,0	+5,5	+5,8
2020 г.				
Растворимые сахара	+14,1	+16,2	+6,8	+17,4
Сахарокислотный индекс	+41,0	+22,7	–	+33,7
Пектиновые вещества	+16,6	+17,7	+25,6	+42,2

Примечание.

Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента межвариантных различий при $p < 0,05$.

пень которого определялась генотипом опытных растений. Это подтверждалось более активным накоплением в плодах растворимых сахаров и пектиновых веществ, а также более высокими значениями сахарокислотного индекса у клонированных растений, нежели у традиционных аналогов при наиболее выраженном проявлении данного эффекта на фоне пониженных температур воздуха и избыточного увлажнения.

Список использованной литературы

1. Большой практикум по биоэкологии. Ч. 1: учеб. пособие / О. Л. Воскресенская [и др.]. — Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2006. — 107 с.
2. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Ленинград, 1987. — 430 с.

Инвазионные виды растений и меры борьбы с ними в насаждениях клюквы крупноплодной в Беларуси

Е. В. Спиридович¹, А. Б. Власова¹, Н. Б. Павловский¹,
Т. И. Ленковец¹, Д. В. Дубовик², А. Н. Скуратович²,
Ю. К. Виноградова³, В. Н. Решетников¹

¹ Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

² Беларусь, Минск, Институт экспериментальной ботаники
им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси

³ Россия, Москва, Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН

В США клюкву крупноплодную *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pursh (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) культивируют уже более 200 лет. В насаждениях клюквы, основные из которых сосредоточены в штатах Висконсин, Массачусетс и Нью-Джерси, отмечено 179 сорных аборигенных видов растений [1]. В Висконсине к наиболее опасным сорнякам клюквы относятся: *Lysimachia terrestris* (L.) Britton, *Solidago* spp, *Rubus hispidus* L., *Populus deltoides* W. Bartram ex Marshall, *Eutrochium maculatum* (L.) E. E. Lamont (= *Eupatorium maculatum* L., *E. dubium* auct. non Willd.), и 7 таксонов комплекса *Hypericum* spp. [2]. В штате Массачусетс, помимо этих сорняков, в качестве крайне вредоносных засорителей насаждений клюквы отмечены виды *Cuscuta groenovii* Willd. и *Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze [3], а в штате Нью-Джерси экономический ущерб причиняют *Apios americana* Medik., *Erechtites hieracifolia* L., *Bidens frondosus* L., *Solidago* spp., *Aster* spp., *Cuscuta* spp., *Lysimachia terrestris* (L.) Britton, *Acer rubrum* L. [4].

Борьба с фитопатогенными организмами и сорными видами растений на американских плантациях клюквы ведется плано-

в течение всего периода вегетации. За вегетационный сезон менеджеры по защите растений должны давать заключение о состоянии насаждений не менее 14 раз [5; 6]. Одним из способов борьбы с сорняками является использование гербицидов. Отмечено эффективное влияние глифосата и тербацила на искоренение абorigенных видов *Aster subspicatus* Nees, *Spiraea douglasii* Hook., *Carex vesicaria* L. [6]. В последнее время в Нью-Джерси ведутся испытания гербицида нового поколения BCS-AA10717 фирмы Bayer [4].

Первые опытные посадки клюквы крупноплодной на территории бывшего СССР были созданы в 1980 г. в Ганцевичском районе с использованием посадочного материала, размноженного Центральным ботаническим садом. Через 2 года для закладки опытно-производственных насаждений черенки клюквы были закуплены непосредственно в США (штат Висконсин).

В 2010–2013 гг. в Беларуси на промышленных насаждениях клюквы крупноплодной независимо Д. Дубовиком, А. Скуратовичем [7] и М. Джусом [8] обнаружен комплекс чужеродных видов растений североамериканского происхождения [9], диаспоры которых (семена и вегетативные части) были преднамеренно занесены из США с посадочным материалом (клюквы крупноплодной). Из ~ 40 североамериканских видов сорных растений 22 явились новыми для флоры Беларуси, а из них 16 — новыми натурализовавшимися видами для флоры Европы [7; 8].

Обследование опытно-производственных насаждений ягодных культур отраслевой лаборатории интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси в Ганцевичском районе, а также других насаждений клюквы крупноплодной и голубики высокорослой в республике позволили выявить ряд новых для флоры Беларуси сорных видов.

Проведенный в 2012–2018 гг. мониторинг позволил определить их потенциальную инвазионность и выявить их биологические, экологические и морфологические особенности в условиях Республики Беларусь.

Самую опасную для естественных экотопов Беларуси группу составляют виды-трансформеры — растения, которые очень

быстро и заметно проявляют свои агрессивные свойства и могут коренным образом изменять природные экосистемы. Всего в пределах Беларуси таких видов насчитывается около 20. Из выявленных на плантациях клюквы крупноплодной инвазионными (агрессивными) являются 5 видов: горец стрелolistный (*Persicaria sagittata* (L.) H. Gross), полевица шершавая (*Agrostis scabra* Willd.), гибридогенный вид астры (*A. lanceolatus* Willd. × *A. dumosus* L.), камыш сытевый (*Scirpus cyperinus* L.), людовигия болотная (*Ludwigia palustris* (Lour.) A. Cheval). Массовое распространение людовигии болотной (*Ludwigia palustris*) пока сдерживается низкими зимними температурами, но в связи с потеплением климата этот фактор становится не столь существенным. Очень важен постоянный мониторинг этой группы видов, поскольку на каком-то из этапов может случиться залповый процесс захвата новых территорий.

Не менее важным является мониторинг и для группы потенциально инвазионных видов. Эти виды пока не обладают ярко выраженными свойствами агрессоров (быстрой скоростью распространения, подавлением и активным вытеснением других видов растений), но могут приобрести их в ближайшем будущем. Из 22 видов североамериканских сорных растений клюквенных насаждений к потенциально инвазионным следует отнести 8 видов. Для осоки Крауфорда (*Carex crawfordii*) наблюдали довольно стабильную численность, а в случае потери контроля над ситуацией вид быстро наращивает численность. Зюзник одноцветковый (*Lycopus uniflorus*) занимает на плантациях незначительную площадь, но выйдя за пределы насаждений в естественных ценозах (стоит лишь отметить, что это мелиоративно-производные березняки по ранее осушенным болотным массивам), ведет себя довольно агрессивно, но при этом он не является типичным видом-трансформером. *Lysimachia terrestris* — вид, который имеет стабильную численность, несмотря на все принимаемые меры, и лишь в 2016–2017 гг. его количество удалось снизить на 10–15%. *Myriophyllum farwellii* — представитель североамериканской аквафлоры, т. е. произрастает в воде или на временно обсыхающих участках мокрого торфяного дна, пока же он места

ми аспектирует в каналах и, кроме размножения семенами, активно размножается вегетативным способом. Несмотря на все принимаемые меры, площадь его популяции увеличивается. *Penthorum sedoides* — вид, который занимает сравнительно небольшую площадь, но при этом довольно успешно противостоит практически всем принимаемым мерам борьбы с ним и постепенно увеличивает площадь популяции. *Solidago graminifolia* — вид, который в пределах насаждений занимает незначительную площадь, но, покинув их, может стать типичным видом трансформером, как это произошло в некоторых странах Западной Европы и в Украине. *Triadenum fraseri* — вышел из-под контроля в Лельчицком районе за пределы насаждений, уже создал значительную по площади популяцию с высокой жизненностью. Для *Viola pallens* особенности распространения на данном этапе исследований полностью не выяснены, но отмечено, что вид уже проник за пределы насаждений и довольно устойчиво закрепился в мелиоративно-производном березняке, в небольшом, но стабильном количестве, не увеличивая при этом ни площади, ни плотности популяции.

Для остальных 9 видов пятилетний мониторинг не выявил какого-либо значительного положительного тренда в их распространении. Это *Campanula aparinoides*, *Cicuta bulbifera*, *Eleocharis obtusa*, *Eutrochium maculatum*, *Hypericum boreale*, *Hypericum canadense*, *Hypericum ellipticum*, *Juncus breviacaudatus*, *Stellaria longipes*. При этом следует отметить, что способность *Hypericum ellipticum* распространяться не только семенами, но и подземными побегами в будущем может способствовать его переходу в разряд потенциально инвазионных. Наблюдений за *Stellaria longipes* у нас пока недостаточно и, возможно, его придется переводить в другую категорию, поскольку он создает обильные заросли на недавно заложенных участках.

Как уже говорилось выше, часть перечисленных видов (5 видов) уже присутствуют во флорах некоторых европейских стран: *Ludwigia palustris*, *Solidago graminifolia*, *Carex crawfordii*, *Scirpus cyperinus*, *Agrostis scabra*. Однако значительная их часть (17 видов) отмечена для Европы впервые. Это *Stellaria longipes*, *Persicaria*

sagittata, *Viola pallens*, *Lysimachia terrestris*, *Triadenum fraseri*, *Hypericum boreale*, *Hypericum canadense*, *Hypericum ellipticum*, *Myriophyllum farwellii*, *Penthorum sedoides*, *Cicuta bulbifera*, *Lycopus uniflorus*, *Campanula aparinoides*, *Aster lanceolatus* × *A. dumosus* (*Aster ontarionis*), *Eutrochium maculatum*, *Juncus breviacaudatus*, *Eleocharis obtusa*.

Растения определили Д. В. Дубовик и А. Н. Скуратович [7], используя преимущественно ключи американских «Флор» [9; 10] и независимо М. А. Джус [8]. Названия видов приведены, согласно базе данных Tropicos (www.tropicos.org). Правильность определения североамериканских видов подтвердил участвующий в экспедиционном выезде доктор Даниэль Миллер, специалист по сорным растениям Миннесотского Ландшафтного Арборетума и другие специалисты из США. Собранные гербарные образцы приведенных в статье видов депонированы в Гербарии Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси (MSK) и гербарии Центрального ботанического сада НАН Беларуси (MSKH), небольшая часть дублетов передана в Гербарий БИН РАН (LE) и Гербарий ГБС РАН (МНА).

Таким образом, среди выявленных в насаждениях клюквы 21 новых для флоры Беларуси сорных видов сосудистых растений, 17 таксонов являются новыми для флоры Европы, 8 из них отнесены в категории видов-трансформеров и потенциально инвазионных. Проведенные исследования и ранжирование выявленных видов позволяют заключить, что максимум внимания следует уделить именно этой группе растений: *Persicaria sagittata*, *Viola pallens*, *Lysimachia terrestris*, *Triadenum fraseri*, *Myriophyllum farwellii*, *Penthorum sedoides*, *Lycopus uniflorus*, *Aster lanceolatus* × *A. Dumosus*. Стоит также продолжить тщательный мониторинг всех остальных групп: видов, которые уже присутствуют в некоторых европейских флорах, потенциально инвазионных видов и видов, пока не проявивших своих инвазионных свойств [11, 12].

Борьба с сорными растениями в насаждениях клюквы крупноплодной — одна из наиболее трудных задач при возделывании этой культуры, особенно первые 3–4 года, пока побеги культивируемых растений полностью не покроют всю почву на чеке.

Для защиты культуры клюквы от сорных растений используют разные методы: механические, фитоценоотические и химические, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Механические приемы являются эффективными методами борьбы с сорными растениями в насаждениях клюквы, когда происходит удаление сорняков вручную (прополка). Но данный прием трудоемкий и эффективен при небольшом числе сорных растений, а также при условии, что вместе с корнями сорняков не будут удаляться растения клюквы. С целью угнетения сорняков, улучшения светового режима культуры и препятствия образованию семян сорных растений проводят скашивание их верхней части, возвышающейся над ярусом клюквы.

Фитоценоотические меры борьбы с сорными растениями заключаются в создании условий, при которых усиливается конкурентоспособность культивируемых растений (регулирование уровня грунтовых вод, сбалансированные подкормки минеральными удобрениями и др.).

Химический метод является эффективным и рентабельным способом защиты клюквы и борьбы с сорняками при сильной засоренности насаждений. Для регулярного контроля сорных растений используют разные гербициды в зависимости от видового состава сорняков, времени и эдафических условий. В борьбе с многолетними и однолетними сорняками в насаждениях клюквы крупноплодной высокоэффективны препараты группы глифосата. Глифосат — контактный, системный гербицид, который, попадая на зеленые части растения, передвигается вместе с продуктами фотосинтеза по всему растению, нарушает жизнедеятельность клеток, вызывая необратимые изменения и гибель сорного растения. Первые симптомы угнетения проявляются через 5–10 дней после обработки, в течение последующих 2–4 недель растение отмирает полностью. Действие гербицида более эффективно, когда обрабатывают сорняки с развитой листвой, покрывая раствором все зеленые части растения.

Наивысший эффект достигается при использовании препарата в период передвижения продуктов фотосинтеза от надземных

частей растения к запасующим органам, то есть во второй половине лета — начале осени. В государственном реестре средств защиты растений (пестицидов), разрешенных к применению на территории Республики Беларусь для борьбы с сорными растениями в насаждениях клюквы крупноплодной зарегистрированы следующие глифосатсодержащие гербициды: Глисол евро, ВР; Клиник, ВР; Доминатор, ВР; Куратор, ВР; Раундап, ВР; Раундап плюс, ВР; Спрут, ВР; Торнадо, ВР; Фрейсорн, ВР; Шквал, ВРК; Буран макс, ВР; Глифос премиум, ВР; Раундап макс плюс, ВР; Торнадо 500, ВР; Раундап экстра, ВР; Буран супер, ВР.

Список использованной литературы

1. Colquhoun, J. Weeds of the Cranberry March / J. Colquhoun, T. Roper, J. Sulman. — University of Wisconsin, Madison, 2009. — 206 p.
2. Newenhouse, A. Cranberry Grower's Guide to the St. John's Worts [Электронный ресурс]. — 2014. — Режим доступа: <http://researchguides.library.wisc.edu/c.php?g=177896&p=1171104>. — Дата доступа: 17.01.2016.
3. Sandler, H. Cranberry Crops Thrive with Effective Weed Control [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://wssa.net/2010/11/cranberry-crops-thrive-with-effective-weed-control>. — Дата доступа: 25.12.2016.
4. Majek, B. Weed control in cranberries [Электронный ресурс]. — 2014. — Режим доступа: <http://portal.nifa.usda.gov/web/crisprojectpages/0224055-weed-control-in-cranberries.html>. — Дата доступа: 03.12.2016.
5. Patten, K. Management of tough perennial and annual weeds. Presentation to BC Cranberry Commission [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://longbeach.wsu.edu/cranberries/documentsbccranberrygrowerswinterworkshopweedcontrol2007.pdf>. — Дата доступа: 17.01.2016.
6. Shawa, A. Y. Control of Weeds in Cranberries (*Vaccinium macrocarpon*) with Glyphosate and Terbacil / A. Y. Shawa // Weed Science. — 1980. — V. 28. — № 5. — P. 565–568.
7. Дубовик, Д. В. Новые для Беларуси и Европы виды адвентивных растений / Д. В. Дубовик, А. Н. Скуратович, Д. И. Третьяков // Ботаника (Исследования). — 2013. — Вып. 42. — С. 3–28.
8. Джус, М. А. Сорные виды американского происхождения на клюквенных плантациях Беларуси / М. А. Джус // Ботанический журнал. — 2014. — Т. 99. — № 5. — С. 540–554.

9. Gleason, H. Manual of Vascular Plants of Northeastern United States and Adjacent Canada / H. Gleason, A. Cronquist. — New York Botanical Garden, 1991. — 910 p.
10. Flora of North America [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.eFloras.org>. — Дата доступа: 03.12.2016.
11. Дубовик, Д. В. Чужеродная фракция флоры на плантациях клюквы крупноплодной *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pursh в Беларуси / Д. В. Дубовик, А. Н. Скурагович, Д. Миллер, Е. В. Спиридович, Ю. К. Виноградова // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. — 2017. — № 2. — С. 66–77.
12. Дубовик, Д. В. Американские виды рода *Solidago* L. (*Asteraceae*) во флоре Беларуси / Д. В. Дубовик, А. О. Саулов // Ботаника (Исследования). — 2017. — Вып. 46. — С. 18–26.

Молекулярно-биологическая характеристика *Vaccinium vitis-idaea* L.

О. В. Чижик, А. Н. Юхимук

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

Фундаментальным аспектом научных исследований отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси является изучение молекулярно-генетических и биохимических показателей состава растений как инструмента таксономии их биологического разнообразия, поиск и скрининг биологически активных веществ на основе теории гомологичных рядов.

Цель работы — молекулярно-генетическая паспортизация видов и подвидовых таксонов *Vaccinium vitis-idaea* L. и протеомные исследования: выявление белков-маркеров видовой и сортовой принадлежности представителей сем. *Ericaceae*, а также белков-маркеров физиологического состояния растений.

Объект исследования — растения брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) хозяйственно ценных интродуцированных сортов: Коралл, Рубин, Эрнтезеген, Мазовия, *Vaccinium vitis-idaea* L. var. minus.

Из растительной ткани отобранных таксонов методом СТАВ-экстракции в нашей модификации получены препараты тотальной ДНК брусники обыкновенной сортовой [1]. Образцы заложены в Банк ДНК отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС.

Для маркирования ДНК исследуемых образцов брусники была выбрана маркерная система SCoT (*Start Codon Targeted*), ассоциированная с кодирующими регионами генома [2–4]. Для проведения молекулярно-генетической идентификации исследуемых таксонов были отобраны праймеры, обладающие достаточным полиморфизмом и имеющие воспроизводимую ампли-

фикационную активность. Проведена кластеризация исследованных генотипов подвидовых таксонов *Vaccinium vitis-idaea* L. по методу UPGMA и сконструированы дендрограммы. Проведенное мультилокусное маркирование генотипов подвидовых таксонов *Vaccinium vitis-idaea* L. с использованием маркерной системы SCoT позволило дифференцировать все исследованные генотипы, разработать и составить уникальные профили для каждого из них, рассчитать генетические дистанции родства/отдаленности. На основании полученных мультилокусных ДНК-спектров впервые разработаны генетические паспорта (табл.).

Структура и функции клеток определяются активностью генов. Активирование одних генов и репрессирование других приводит к изменению в белковом составе клеток. Поэтому задачей следующего этапа наших исследований являлось получение и сопоставление протеомных карт, оценка функциональных особенностей продуктов экспрессированного генома, а также выявление биохимических маркеров, отражающих закономерности развития растений и каллусных культур.

На основе проведенных исследований впервые получены протеомные карты дифференцированных и дедифференцированных

Таблица — Молекулярно-генетические паспорта подвидовых таксонов *Vaccinium vitis-idaea* L. с праймером SCoT-18

Таксоны	ДНК-маркеры
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. cv. Коралл	SCoT18 _{1525'} , SCoT18 _{1301'} , SCoT18 _{1073'} , SCoT18 _{874'} , SCoT18 _{701'} , SCoT18 _{658'} , SCoT18 _{501'} , SCoT18 ₃₉₉
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. cv. Рубин	SCoT18 _{1888'} , SCoT18 _{1653'} , SCoT18 _{1525'} , SCoT18 _{1301'} , SCoT18 _{1073'} , SCoT18 _{874'} , SCoT18 _{701'} , SCoT18 _{658'} , SCoT18 _{501'} , SCoT18 ₄₆₁
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. cv. Эрнтезеген	SCoT18 _{1888'} , SCoT18 _{1301'} , SCoT18 _{1073'} , SCoT18 _{874'} , SCoT18 _{701'} , SCoT18 _{501'} , SCoT18 _{461'} , SCoT18 ₃₉₉
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. cv. Мазовия	SCoT18 _{1525'} , SCoT18 _{1301'} , SCoT18 _{1073'} , SCoT18 _{874'} , SCoT18 _{701'} , SCoT18 _{658'} , SCoT18 _{501'} , SCoT18 ₃₉₉
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	SCoT18 _{1525'} , SCoT18 _{1301'} , SCoT18 _{1073'} , SCoT18 _{874'} , SCoT18 _{701'} , SCoT18 _{658'} , SCoT18 _{501'} , SCoT18 ₄₆₁
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. var. minus	SCoT18 _{1888'} , SCoT18 _{1746'} , SCoT18 _{1525'} , SCoT18 _{1301'} , SCoT18 _{874'} , SCoT18 _{701'} , SCoT18 _{658'} , SCoT18 ₅₀₁

тканей растений брусники обыкновенной, а также каллусных культур, инициированных из листовой и стеблевой ткани этих растений. Общую фракцию клеточных белков получали методом ТХУ / ацетоновой преципитации по Amme [5] в нашей модификации. Изоэлектрофокусирование на IPG — стрипах проводили на автоматической станции Protean i12 IEF Cell (Bio-Rad). Второе направление 2D-электрофореза — по методу Laemmli [6] на готовых гелях Criterion TGX Precast Midi Protein Gel, Bio-Rad.

На протеомных картах брусники наблюдали сходные по молекулярным массам группы белков, а также дифференциально экспрессирующиеся отдельные белки, являющиеся характерными для вида брусника обыкновенная и претендующие на роль маркерных для вида *Vaccinium vitis-idaea* L.

В результате скрининга протеомов брусники разных таксонов также были выявлены дифференциально экспрессирующиеся белки, характерные только для растений определенного сорта, которые могут претендовать на роль белков-маркеров сортовой принадлежности (рис. 1). Маркеры *Vaccinium vitis idaea* subsp. *Minus*: кислый белок Мм 23,7 кДа, рI 5,5 (предположительно, фрагмент субъединицы 2 цитохромоксидазы) и основной белок с Мм 38,0 кДа, рI 8,3 (предположительно, флавонол синтаза); маркеры брусники сорта Коралл — кислый белок с Мм 18,8 кДа, рI 4,8 (фрагмент фитохрома В) и белок с Мм 28,9 кД и, рI 7,9 (фрагмент фермента Maturase K).

В процессе исследований было обнаружено, что каллусы *Vaccinium vitis-idaea* L, инициированные из определенного типа ткани (лист, стебель), содержат белки, характерные для того же типа ткани, из которой был получен каллус (рис. 2).

Так, при сравнении протеомных карт общего пула белков листовой ткани и листового каллуса брусники сорта Коралл обнаружены ферменты фотосинтеза: белки, входящие в состав большой субъединицы РБФК, белки субъединицы НАДФ дегидрогеназы и цитохрома b6. Для листовой ткани — это белок с Мм 51,5 кДа (Ribulose biphosphate carboxylase large chain) и Мм 25,3 кДа (Cytochrome b6), листового каллуса — белок с Мм 45,2 кДа (предположительно, NADH dehydrogenase subunit F) и Мм 25,3 кДа —

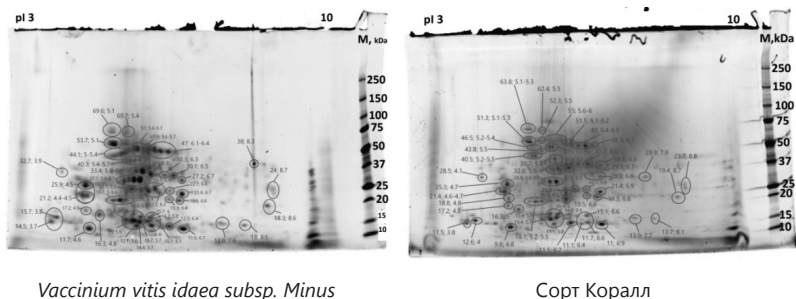


Рисунок 1 — Протеомный профиль общего пула белков листовой ткани *Vaccinium vitis-idaea* L.

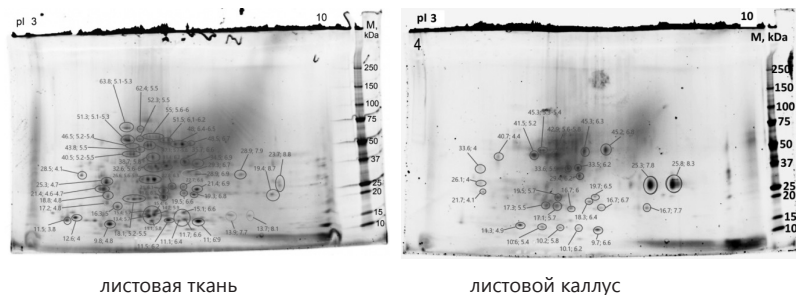


Рисунок 2 — Протеомный профиль общего пула белков листовой ткани и листового каллуса *Vaccinium vitis-idaea* L., сорт Коралл

Cytochrome b6. Идентификация дифференциально экспрессирующихся белков проведена с использованием базы данных UniProt (<https://www.uniprot.org/>).

Практическое применение и рекомендации по использованию результатов научных исследований: полученные результаты носят фундаментальный характер и развивают биологию ценных ягодных культур и лекарственных растений, а также научные подходы к их использованию.

Список использованной литературы

1. Dempster E. L., Pryor K. V., Francis D., Young J. E., Rogers H. J. Rapid DNA extraction from ferns for PCR-based analyses // *Biotechniques*. — 1999. — Vol. 27(1). — P. 66–68.
2. Collard B. C. Y., Mackill D. J. Start codon targeted (SCoT) polymorphism: a simple, novel DNA marker technique for generating gene-targeted markers in plants // *Plant Mol Biol Rep*. — 2009. — Vol. 27. — P. 86–93.
3. Mahjbi A., Baraket G., Oueslati A., Salhi-Hannachi A. Start Codon Targeted (SCoT) markers provide new insights into the genetic diversity analysis and characterization of Tunisian Citrus species // *Biochemical Systematics and Ecology*. — 2015. — V. 61. — P. 390–398.
4. Da-Long Guo, Jun-Yu Zhang, Chong-Huai Liu. Genetic diversity in some grape varieties revealed by SCoT analyses // *Mol Biol Rep*. — 2012. — V. 39. — P. 5307–5313.
5. Amme S. A proteome approach defines protective functions of tobacco leaf trichomes // *Proteomics*. — 2005. — Vol. 5. — № 10. — P. 2508–2518.
6. Laemmli, U. K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 // *Nature*. — 1970. — Vol. 227. — № 5259. — P. 680–685.

Применение минерального удобрения Осмокот Экзакт 5-6 М при выращивании нетрадиционных ягодных растений в ЦБС НАН Беларуси

Т. В. Шпитальная, А. В. Архаров, Н. П. Носко

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

Введение

Сравнительное исследование вопросов устойчивости интродуцированных растений к абиотическим факторам среды позволяет выявить виды и сорта, наиболее подходящие по своим биологическим характеристикам для экологических условий Беларуси. Коллекционный фонд ГНУ «ЦБС НАН Беларуси» постоянно пополняется новыми нетрадиционными растениями, что создает дополнительные возможности для расширения ассортимента малораспространенных ягодных культур. Нетрадиционные ягодные растения, такие как калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.) и боярышник мягковатый (*Crataegus submollis* Sarg.), пользуются большой популярностью и являются перспективными культурами для промышленного и любительского садоводства в Беларуси. Данные виды растений характеризуются высокой урожайностью, значительной пищевой ценностью и богатым биохимическим составом плодов.

Оптимизация режима минерального питания будет способствовать увеличению биологической продуктивности растений. Высокие параметры развития и высокую урожайность данных культур могут обеспечить своевременные подкормки минераль-

ными удобрениями. В условиях культуры саженцы очень отзывчивы на подкормки минеральными удобрениями, а недостаток питательных веществ в почве способствует снижению продуктивности растений [1–4].

Целью настоящих исследований являлась оценка биологической эффективности применения минерального удобрения ОСМОКОТ ЭКЗАКТ 5-6М на калине обыкновенной (*Viburnum opulus* L.) и боярышнике мягковатом (*Crataegus submollis* Sarg.).

Объекты и методы исследований

Исследования выполнялись в лаборатории интродукции древесных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси. Объектом исследований являлись 2-летние саженцы калины обыкновенной и боярышника мягковатого с закрытой корневой системой. Саженцы были высажены в мае в контейнеры объемом — 2 л, по 10 растений каждого вида, размещены на площадке в одинаковых условиях освещенности.

Подкормки растений проводили комплексным минеральным удобрением Осмокот Экзакт 5-6 М для лиственных растений (в %): N — 15 %, P — 9 %, K — 12 %; MgO — 2 % + МЭ. Подкормку проводили путем разбрасывания (россыпью) из расчета 3–4 г/л.

В качестве эталона использовали комплексное гранулированное минеральное удобрение «ФЕРТИКА Универсал — 2» (Россия) (%): N — 11,3; P — 12,0; K — 26,0; S — 0,7; Ca — 0,55; Cu — 0,08; B — 0,09; Fe — 0,16; Mn — 0,16; Mo — 0,08; Zn — 0,09.

Метеорологические условия в период исследований по основным погодным показателям были следующими: условия вегетационного периода отличались неустойчивым характером по температуре воздуха и осадкам. Самая высокая дневная температура в апреле составляла 15 °С, в мае — 19 °С, в июне — 27 °С, в июле — 25 °С. Минимальная температура ночью опускалась до -1 °С в апреле, до 2 °С в мае. Средние показатели дневной и ночной температур в течение апреля составляют 9,1 °С и 3,0 °С соответственно. Количество осадков, выпавшее в течение апреля — 42,6 мм, мая — 71,4 мм, июня — 70,1 мм, июля — 97,1 мм. Май, июнь

и июль — самые дождливые месяцы в году. Дневная температура в августе составляла 26 °С, в сентябре — 22 °С. Минимальная температура ночью опускалась до 10 °С и 7 °С соответственно. Средние показатели дневной и ночной температур в течение августа составляют 21,2 °С и 15,0 °С соответственно. Количество осадков составляет 63,5 мм и 45,0 мм в сентябре. Самые солнечные месяцы: июль, август, сентябрь.

Эффективность корневой подкормки минеральными удобрениями определяли по биометрические параметрам растений — прирост растений и длина корневой системы. Морфометрические замеры параметров растений проводили перед закладкой опыта и после его завершения — в конце вегетационного сезона. Статистическую обработку данных выполняли с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel на 95 %-ном уровне значимости.

Результаты исследований и их обсуждение

Оценку эффективности удобрения Осмокот Экзакт 5-6 М для листовых растений проводили на основании следующих биометрических показателей — учет прироста растения, длина корневой системы. Результаты учетов представлены в таблице.

Из приведенных в таблице данных видно, что комплексное минеральное удобрение Осмокот Экзакт 5-6 М для листовых растений оказало положительное влияние на развитие надземной и подземной части растений, активно стимулируя ростовые процессы у листовых древесных растений. При этом влияние удобрения видоспецифично. Увеличение размеров надземной части (прирост) отмечено у калины обыкновенной. Под воздействием комплексного минерального удобрения длина прироста побегов калины обыкновенной увеличилась в 2,93 раза. Отмечен заметный прирост надземной части растения в варианте с боярышником обыкновенным — увеличение размеров опытных растений в 5,67 раза. Длина корневой системы у калины обыкновенной под влиянием комплексного минерального удобрения Осмокот Экзакт 5-6 М увеличилась в 2,88 раза, боярышника мягковатого — 5,09 раза.

Таблица — Влияние комплексного минерального удобрения Осмокот Экзакт 5-6 М на биометрические показатели растений

Вариант опыта	Наименование растений			
	Калина обыкновенная		Боярышник мягковатый	
	Длина прироста, см	Длина корней, см	Длина прироста, см	Длина корней, см
Удобрение комплексное минеральное Осмокот Экзакт 5-6 М для лиственных растений	5,23 ± 0,60	9,23 ± 1,21	4,14 ± 0,22	6,11 ± 1,23
Удобрение минеральное комплексное «Фертика» Универсал — 2 (эталон)	2,37 ± 1,03	8,30 ± 1,10	0,69 ± 1,34	2,88 ± 1,20
Контроль (без удобрения)	1,78 ± 0,75	3,21 ± 1,31	0,73 ± 0,72	1,20 ± 0,78
НСР₀₅	1,2	1,1	1,4	1,3

Выводы

Проведенные полевые испытания Осмокот Экзакт 5-6 М для лиственных растений показали его эффективность для стимулирования ростовых процессов многолетних лиственных растений. На основании полученных данных считаем возможным удобрение комплексное минеральное Осмокот Экзакт 5-6М для лиственных растений рекомендовать к применению в агропромышленном комплексе и личном подсобном хозяйстве.

Список использованной литературы

1. Андрушкевич Т. М. Калина. Рябина. Бузина. Арония / Т. М. Андрушкевич, Л. М. Исаченко, Е. Н. Тюрина. — Минск: Красико-Принт, 2006. — 64 с.
2. Гаранович И. М., Шпитальная Т. В. Интродукционные исследования культур нетрадиционного плодоводства в Беларуси // Интродукция и селекция ароматических и лекарственных растений: тезисы докладов Международной научно-практической конференции, посвящен-

- ной 200-летию Никитского ботанического сада. Ялта, Крым, Украина, 8–12 июня 2009 г. — Симферополь: Никитский ботанический сад, 2009. — С. 38–39.
3. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. — Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. — 608 с.
 4. Шпитальная Т. В., Гаранович И. М. Коллекционные фонды малораспространенных культур садоводства в ЦБС НАН Беларуси // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира // Материалы Международной научной конференции, посвященной 85-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. — Минск: Медисонт, Ч. 1. — 2017. — С. 475–480.

Новые подходы в разработке системы питания ягодных растений при культивировании на выработанных торфяниках

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

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

В мировой практике культивирования ягодных растений семейства Вересковые на промышленной основе для обеспечения их биологических потребностей и формирования высокой продуктивности широко используются системы оптимизации минерального питания [1–3] для повышения эффективности которых применяются современные информационные технологии, реализуемые в рамках прикладных компьютерных программ [4].

В качестве альтернативы минеральным удобрениям в мировой практике сельскохозяйственного производства многих стран внедряются биотехнологии, основанные на применении биопрепаратов, обогащающих ризосферу растений полезными микроорганизмами [5]. По мнению Ж. Калацкой и др. [6], последние с момента вступления в контакт с растениями сопровождают их на протяжении всего последующего цикла развития, формируя различные типы взаимодействия — симбиотические, симбиотрофные, биоконтрольные, трофические, сигнальные и др. В результате закрепления в ризосфере они способствуют санации почвы от патогенных грибов и бактерий и обеспечивают обогащение ее полезной микрофлорой. Микроорганизмы, используемые для производства биопрепаратов, обеспечивают растения не только элементами минерального питания, но и физиологически активными веществами (фитогормонами, витаминами и др.) [7, 8].

До настоящего времени ни в отечественной, ни в зарубежной литературе не встречались сведения по испытанию микробных препаратов, созданных на основе азотфиксирующих, фосфатмобилизующих и ростстимулирующих микроорганизмов, на малотребовательных к питанию ягодных растениях сем. *Ericaceae* в специфических условиях существования на участках выработанных торфяников верхового и переходного типов, характеризующихся чрезвычайно низким уровнем естественного плодородия и сильноокислой реакцией почвенного раствора. В этой связи представлялось целесообразным проведение комплексных исследований ответной реакции представителей данного семейства на примере межвидовых гибридов голубики (*V. angustifolium* × *V. corymbosum*) — сорта *Denise Blue* и *Northland*, а также клюквы крупноплодной (*O. macrocarpus* (Ait.) Pursh.) — сорта *Ben Lear* и *Stevens* на использование микробных удобрений, с оценкой влияния последних на обозначенные выше свойства остаточного слоя торфяной залежи.

Полевые эксперименты заложены на площадях выработанных торфяников верхового типа «Журавлевское» (с голубикой) и «Рамжино» (с клюквой) в Докшицком районе Витебской области. В рамках однотипных полевых опытов вносили 5- и 10- % -ный раствор препарата МаКлоР методом полива из расчета 0,4 л под куст голубики и 2 л/м² на делянку с клюквой. Рабочие растворы вносили дважды за сезон — в конце мая и середине июня. Повторность опытов трехкратная, в каждом варианте площадь опытной делянки для отдельного сорта клюквы крупноплодной составляла 3 м², и насчитывала 7 растений каждого сорта голубики.

Показано, что внесение микробного удобрения способствовало существенному улучшению водного и температурного режимов корнеобитаемой зоны субстрата, а также значительному пополнению в ней запасов доступных форм основных питательных элементов, на фоне выраженной зависимости эффективности испытываемого агроприема от возраста, генотипа и стадии сезонного развития культивируемых растений, а также гидротермического режима сезона. Наибольшее увеличение массы активно функционирующих микроорганизмов обеспечивало внесение препарата

МаКлоР в 10 %-ной концентрации, тогда как максимальную активизацию дыхательных и метаболических процессов — использование его 5 %-ной концентрации в сочетании с препаратом АМГ.

Усиление минерального питания виргинильных растений двух модельных сортов *V. corymbosum* L. — *Northland* и *Denise Blue* при внесении микробного удобрения МаКлоР в концентрациях 5 и 10 % способствовало значительной активизации темпов развития их надземной сферы на фоне существенных сортовых и межвариантных различий ответной реакции растений. Если ориентироваться на совокупный позитивный эффект при внесении микробного удобрения он превышал контрольный вариант у сорта *Northland* в 3,1 раза при использовании 10 %-ной концентрации МаКлоРа и в 4,6 раза на фоне его 50 %-ной концентрации. Кратный размер подобного превышения у сорта *Denise Blue* оказался несколько меньшим и составил соответственно 1,6 и 2,8 раза. Как видим, несмотря на сортовые различия ответной реакции растений голубики на испытывавшиеся агроприемы, стимулирующий эффект от внесения микробного удобрения в обоих случаях возрастал по мере увеличения его концентрации.

Независимо от возраста растений сорта *Northland*, на фоне выраженных генотипических различий в развитии их вегетативной сферы, эффективность микробного удобрения МаКлоР возрастала с увеличением его концентрации в 1,3–1,5 раза, а у растений сорта *Denise Blue* — в 3,8 раза. Установлено позитивное влияние использования 10 %-ного МаКлоРа на урожайность и морфометрические характеристики плодов относительно контрольного варианта, в 1,7 раза у сорта *Northland* и в 1,2 раза у сорта *Denise Blue*.

Проведенный микробиологический анализ почвенных образцов опытного поля «Рамжино» показал, что микробный препарат оказывает стимулирующее действие на функционирование микробоценоза почвы. Общая численность микроорганизмов почвы в конце вегетационного периода (сентябрь) на т. м. «Рамжино» составила — $6,56 \times 10^8$ и $1,03 \times 10^9$ КОЕ/г а. с. п. (в контроле — $2,2 \times 10^8$ КОЕ/г а. с. п.) соответственно. Необходимо отметить, что биогенность почвы выработанного торфяника за вегетационный сезон увеличилась контроле в 109 раз, в варианте

с применением МаклоР в 5% конц. — в 271 раза, МаклоР в 10% конц — 308 раз; Анализ структуры микробоценоза почвы выработанного торфяника показал, что применение микробного препарата МаклоР в 5-ти и 10-ти % концентрации способствует размножению аммонифицирующей микробиоты, численность аммонификаторов в почве в конце вегетационного периода составила $4,7 \times 10^8$ и $5,8 \times 10^8$ КОЕ/г а. с. п.

Растения обоих сортов клюквы сформировали за сезон сходное количество побегов, не превышавшее 1,3–1,5 шт./растение. Тем не менее для остальных параметров их развития были выявлены весьма выразительные генотипические и межвариантные различия, свидетельствовавшие об индивидуальных особенностях ответной реакции опытных объектов на внесение препарата Маклор. При этом средняя длина побегов сортов *Ben Lear* и *Stevens* варьировалась в рамках эксперимента соответственно в диапазонах 5,8–10,6 и 6,7–10,3 см при среднем количестве листьев 17–30 и 15–25 шт. и степени облиственности 25–40 и 26–37 шт. на 10 см длины побега. Средние размеры листовых пластинок составляли 8,3–11,8 и 8,5–10,9 мм в длину и 4,3–5,4 и 4,0–5,2 мм в ширину при средней площади 28–46 и 27–45 мм².

Размерные параметры плодов модельных сортов *O. macrocarpus* — раннеспелого *Ben Lear* и позднеспелого *Stevens* изменялись по вариантам опыта в довольно узких диапазонах, соответствующих по длине — 1,68–1,88 и 1,57–1,65 см, по диаметру — 1,41–1,52 и 1,17–1,29 см. При этом более крупные плоды сорта *Ben Lear* характеризовались также более высокими, чем у сорта *Stevens*, показателями их средней массы — 1,20–1,49 г против 0,83–1,01 г.

Таким образом, несмотря на выявленные генотипические различия ответной реакции опытных растений голубики и клюквы на внесение микробного препарата Маклор, следует считать экспериментально доказанным наличие позитивного его влияния агрохимические и микробиологические свойства остаточного слоя торфяной залежи, а также на параметры развития надземной сферы растений. В соответствии результатами исследований, с целью оптимизации минерального питания растений голубики на выработанных торфяниках верхового типа на севере Беларуси,

следует рекомендовать двукратное за сезон (в мае и июне) луночное внесение 0,5 л / растение удобрения МаКлоР в 10%-ной концентрации; для растений клюквы крупноплодной — обработка рабочим раствором той же концентрации из расчета 3 л/м².

Благодарность. *Исследования выполнены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант Б20М-039).*

Список использованной литературы

1. Ринькис, Г. Я. Оптимизация минерального питания растений / Г. Я. Ринькис. — Рига: Зинатне, 1972. — 355 с.
2. DeMoranville, C. Cranberry nutrient management in southeastern Massachusetts: balancing crop production needs and water quality / C. DeMoranville // Hortechology. — 2015. — Vol. 25. — № 4. — P. 471–476.
3. Cummings, G. A. Fertilizer and lime rates influence highbush blueberry growth and foliar elemental content during establishment / G. A. Cummings, C. Bickford, L. Nelson // J. Amer. Soc. Hort. Sci. — 1971. — Vol. 96. — № 2. — P. 184–186.
4. Диалоговая программа оптимизации режима минерального питания вересковых при культивировании на площадях выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Беларуси / А. П. Яковлев [и др.]. — Минск : БГАТУ, 2013. — 56 с.
5. Дятлова, К. Д. Микробные препараты в растениеводстве / К. Д. Дятлова // Соросовский образовательный журнал. — 2001. — № 7(5). — С. 17–23.
6. Бактеризованные удобрения для цветочно-декоративных растений / Ж. Калацкая [и др.] // Наука и инновации. — 2019. — № 3(193). — С. 17–21.
7. Коломиец, Э. Экологически безопасные биотехнологии для сельского хозяйства / Э. Коломиец, Н. Сверчкова, М. Мандрик-Литвинкович // Наука и инновации. — 2019. — № 3(193). — С. 4–9.
8. Биопрепараты в сельском хозяйстве : методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве / И. А. Тихонович [и др.]; Всерос. науч.-исслед. ин-т с.-х. микробиологии. — М., 2005. — 154 с.

Содержание

<i>В. В. Титок, В. Н. Решетников, И. К. Володько, Н. Б. Павловский</i> История и результаты интродукции ягодных растений семейства <i>Ericaceae</i> Juss. в Республике Беларусь	3
<i>Г. И. Булавко, А. П. Яковлев, С. П. Антохина</i> Сезонная динамика почвенно-биологических процессов под растениями клюквы крупноплодной	15
<i>Н. В. Водчиц, В. Н. Решетников</i> Идентификация сортов голубики по микросателлитным маркерам.....	20
<i>Н. Н. Волынчук, О. Н. Жук</i> Мицелиальные и немитцелиальные грибы ризопланы и эндосферы корней винограда культурного (<i>Vitis vinifera</i>)	24
<i>А. М. Деева, Е. В. Спиридович, В. Н. Решетников</i> Биохимический состав листьев голубики высокорослой.....	30
<i>О. В. Дрозд</i> Завязываемость плодов разных сортов голубики высокорослой.....	36
<i>Я. С. Камельчук, Н. А. Ламан</i> Анализ изменчивости биопродукционных параметров у микроклонов голубики высокорослой в условиях роста <i>ex vitro</i> в присутствии микоризообразователей	44
<i>Т. В. Курлович</i> Влияние способа получения саженцев на площадь ассимиляционного аппарата растений голубики высокорослой	50
<i>Е. Н. Кутас</i> Влияние питательных сред на морфогенез интродуцированных сортов <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. в культуре <i>in vitro</i>	57
<i>Т. И. Ленковец</i> Оценка укореняемости стеблевых черенков клюквы крупноплодной.....	64
<i>М. Г. Максименко, Д. И. Марцинкевич</i> Перспективы использования бузины черной в производстве соковой продукции	71
<i>И. В. Маховик, И. В. Бордок</i> Белоплодная линия в коллекции форм голубики топяной (<i>Vaccinium uliginosum</i> L.) Института леса Национальной академии наук Беларуси	75

Н. Н. Меркушева, О. М. Конюхова, С. В. Мухаметова, Д. Н. Шамшуров Изучение хозяйственно ценных признаков плодов голубики в Республике Марий Эл.....	80
Н. Б. Павловский, Т. И. Ленковец, Л. В. Гончарова, А. Г. Павловская Эффективность применения минерального удобрения БИОПОН на голубике высокорослой (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.).....	85
М. Л. Пигуль, И. Н. Остапчук Биохимический состав плодов актинидии коломикты (<i>Actinidia kolomikta</i> Rupr. et Maxim.) и актинидии аргуны (<i>Actinidia arguta</i> Sieb. et Zucc.) в условиях Беларуси	91
Р. И. Плескацевич, Е. В. Васеха Эффективность двухкомпонентных фунгицидов в насаждениях голубики высокорослой.....	97
В. Н. Решетников Координация и научное сопровождение работ по развитию в Беларуси нетрадиционного промышленного ягодоводства	104
В. Н. Решетников, Е. В. Спиридович, О. В. Чижик, А. Н. Юхимук, В. Л. Филипена, Е. Д. Агабалаева, Н. В. Водчиц Молекулярно-генетическая диагностика и идентификация таксонов нетрадиционных ягодных культур.....	109
Ж. А. Рупасова, А. П. Яковлев, П. Н. Белый, Т. И. Василевская, В. С. Задаля, Н. Б. Криницкая, Л. В. Гончарова Влияние удобрений на биофлавоноидный комплекс плодов клюквы крупноплодной на выработанных торфяниках верхового типа.....	113
Ж. А. Рупасова, Т. И. Василевская, Н. Б. Криницкая, В. С. Задаля, О. В. Чижик, О. В. Дрозд, Т. В. Шпитальная, И. М. Гаранович Влияние способа вегетативного размножения сортов <i>Vaccinium corymbosum</i> L. на углеводный состав плодов	119
Е. В. Спиридович, А. Б. Власова, Н. Б. Павловский, Т. И. Ленковец, Д. В. Дубовик, А. Н. Скуратович, Ю. К. Виноградова, В. Н. Решетников Инвазионные виды растений и меры борьбы с ними в насаждениях клюквы крупноплодной в Беларуси.....	123
О. В. Чижик, А. Н. Юхимук Молекулярно-биологическая характеристика <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	131
Т. В. Шпитальная, А. В. Архаров, Н. П. Носко Применение минерального удобрения Осмокот Экзакт 5-6 М при выращивании нетрадиционных ягодных растений в ЦБС НАН Беларуси	136
А. П. Яковлев, С. П. Антохина, Ж. А. Рупасова, Г. И. Булавко Новые подходы в разработке системы питания ягодных растений при культивировании на выработанных торфяниках	141

Научное издание

Опыт и перспективы выращивания нетрадиционных ягодных растений на территории Беларуси и сопредельных стран

Материалы Международного научно-практического семинара
г. Минск — г. Ганцевичи, 28 сентября — 1 октября 2021 г.

International Scientific and Practical Seminar
«Experience and prospects of growing of unconventional
berry plants in Belarus and neighbouring countries»

Minsk — Gancevichi, September 28 — October 1, 2021

Ответственный за выпуск *Л. В. Гончарова*
Компьютерный дизайн, верстка *А. Е. Невинская*
Дизайн обложки *А. А. Свириденко*
Корректор *С. М. Кузьменкова*

Подписано в печать 24.09.2021. Формат 60x84^{1/16}.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 8,52. Уч.-изд. л. 5,95.
Тираж 50 экз. Заказ 15984.

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