

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ВЫРАЩИВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ
ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ
БЕЛАРУСИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАН

Материалы Международного научно-практического семинара
(Минск, 27–29 сентября 2023 года)

Минск
«ИВЦ Минфина»
2023

УДК 634.7:631.5(476)(082)
ББК 42.358-4(4Бел)я43
О-62

Редакционная коллегия:
д-р с.-х. наук Ф. И. Привалов (ответственный редактор),
канд. биол. наук Н. Б. Павловский, канд. биол. наук Л. В. Гончарова,
канд. биол. наук П. Н. Белый, Е. А. Колодко

Опыт и перспективы выращивания нетрадиционных яго-
О-62 ных культур на территории Беларуси и сопредельных стран :
материалы международного научно-практического семина-
ра (Минск, 27–29 сентября 2023 г.) / Национальная акаде-
мия наук Беларуси, Центральный ботанический сад ; редкол.:
Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – 76 с.

ISBN 978-985-880-365-0.

В сборнике представлены материалы международного научно-
практического семинара «Опыт и перспективы выращивания нетра-
диционных ягодных культур на территории Беларуси и сопредельных
стран». Обсуждаются результаты внедрения новых сортов нетрадици-
онных ягодных культур, применения методов биотехнологии, защиты
растений для решения актуальных вопросов технологии возделывания
на территории Беларуси и сопредельных стран.

УДК 634.7:631.5(476)(082)
ББК 42.358-4(4Бел)я43

ISBN 978-985-880-365-0

© ГУО «Центральный ботанический сад
Национальной академии наук Беларуси», 2023
© Оформление. УП «ИВЦ Минфина», 2023

Содержание

АЗИЗБЕКЯН С. Г., ДОСТА В. С., ФИЛИПЕНЯ В. Л., КУРЛОВИЧ Т. В., БУЛАВКО Г. И., ЯКОВЛЕВ А. П. Применение нанопланта для повышения эффективности адаптации <i>ex vitro</i> микроклонально размноженных растений голубики высокорослой.....	4
АЗИЗБЕКЯН С. Г., ДОСТА В. С., ФИЛИПЕНЯ В. Л., КУРЛОВИЧ Т. В. Применение Нанопланта при размножении голубики зелеными и одревесневшими черенками	8
БУЛАВКО Г. И., РЕШЕТНИКОВ В. Н., ЯКОВЛЕВ А. П., ЗИМИЧ С. П., ВАШКЕВИЧ М. Н. Сезонная динамика развития микоризного симбионта у растений голубики высокой разных сроков созревания	12
ВАСЕХА Е. В., ПЛЕСКАЦЕВИЧ Р. И. Эффективность фунгицида Свитч, ВДГ в защите голубики высокорослой от серой гнили.....	15
ДЕЕВА А. М., АГАБАЛАЕВА Е. Д., БУЙНАЯ И. И., АЛЕКСЕЕВА Е. И., СПИРИДОВИЧ Е. В., РЕШЕТНИКОВ В. Н. Скрининг растений с повышенным содержанием биологически активных веществ и оценка возможности их переработки в функциональные пищевые продукты	18
ДРОЗД О. В. Габитус растений голубики высокорослой на основных этапах онтогенеза в условиях Беларуси.....	23
ЗИМИЧ С. П., ЯКОВЛЕВ А. П., БОТЯНОВСКАЯ Ю. И., КОСТЮКОВ А. А. Инокуляция адаптантов голубики высокорослой микробными препаратами: влияние на морфометрические показатели вегетативной сферы	27
КОЗИЙ И. Ю. Четыре рынка ягод России.....	32
КОЛОДКО Е. А., ПАВЛОВСКИЙ Н. Б., РАЛЬЦЕВИЧ А. В., ДРОЗД О. В., ПАВЛОВСКАЯ А. Г. Применение гербицидов для борьбы с сорными растениями в насаждениях клюквы крупноплодной.....	38
КУТАС Е. Н., МАХОНИНА О. И., НЕХВЯДОВИЧ А. В., ЛАСТЕНКО И. И., ФИЛИПЕНЯ В. Л. Регенерационный потенциал интродуцированных сортов жимолости съедобной на различных модификациях питательных сред	42
КУТАС Е. Н., МАХОНИНА О. И., НЕХВЯДОВИЧ А. В., ЛАСТЕНКО И. И., ФИЛИПЕНЯ В. Л. Влияние гормональных добавок на регенерацию и морфометрические показатели интродуцированных сортов жимолости съедобной.....	46
ЛАПЧЕНКО Е. А., ХОТЛЯНИК Н. В., СПИРИДОВИЧ Е. В., РЕШЕТНИКОВ В. Н. Сохранение и перспективы использования представителей малораспространенных плодовых растений рода <i>Lycium</i>	50
ПАВЛОВСКИЙ Н. Б. Себестоимость создания и возделывания насаждений голубики высокорослой.....	54
РУПАСОВА Ж. А., ПАВЛОВСКИЙ Н. Б., ДОБРЯНСКАЯ К. А., СУЛИМ Д. О., АВРАМЕНКО С. Н., ДРОЗД О. В., РАЛЬЦЕВИЧ А. В. Влияние погодных условий вегетационного периода на питательную и витаминную ценность плодов жимолости синей в южной агроклиматической зоне Беларуси	60
ЧИЖИК О. В., МАЗУР Т. В., КАРДАШ Е. Б. Влияние состава питательных сред на морфогенез и накопление биологически активных веществ в растениях брусники обыкновенной (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>) сорта 'Коралл'	68
ШПИТАЛЬНАЯ Т. В. Интродукция перспективных видов и сортов рода <i>Amelanchier Medic.</i> в ЦБС НАН Беларуси.....	72

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОПЛАНТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТАЦИИ *EX VITRO* МИКРОКЛОНАЛЬНО РАЗМНОЖЕННЫХ РАСТЕНИЙ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ

С. Г. Азизбеян¹, В. С. Доста², В. Л. Филипеня³, Т. В. Курлович³,
Г. И. Булавко³, А. П. Яковлев³

¹ ГНУ «Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

² НТООО «АКТЕХ», г. Минск, Республика Беларусь

³ ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время более половины всего посадочного материала в мире производится методом микроклонального размножения. Метод включает несколько *in vitro* и *ex vitro* этапов, каждый из которых имеет свои особенности и задачи, которые требуют постоянного поиска решений, обеспечивающих надежный выход саженцев. Одной из главных задач при получении саженцев голубики с использованием размножения *in vitro* является повышение адаптационного потенциала клонированных регенерантов при их переносе в условия естественного автотрофного питания.

Появление на мировом рынке агрохимии стимуляторов нового поколения на основе наночастиц соединений микроэлементов открывает более широкие возможности для повышения эффективности этапов размножения растений. Размерный статус (менее 40 нм) и отсутствие заряда позволяет наночастицам свободно проникать через защитные мембраны растительных клеток и обеспечивать более интенсивный синтез металлозависимых ферментов (катализаторов биохимических реакций) при существенно меньших

расходах по сравнению с традиционными удобрениями.

Объектами исследований являлись микропобеги голубики высокорослой сорта 'Bluetta', полученные методом микроклонального размножения в НПО «Биотехнологический комплекс» ЦБС НАН Беларуси.

В экспериментах использовали смесь трех марок жидких нанопрепаратов серии *Наноплант*, разработанных в НАН Беларуси и освоенных в промышленном производстве:

• *Наноплант-Ультра*, мг/мл: Co – 0,4; Mn – 0,4; Cu – 0,45; Fe – 0,8; Zn – 0,3; Cr – 0,5; Mo – 0,5; Se – 0,5. Расход: 0,5 мл/1 л воды.

• *Наноплант Ca-Si*, мг/мл: Ca – 5,0; Si – 0,5; B – 1,0; Fe – 1,0. Расход: 2 мл/1 л воды.

• *Наноплант-Сера*, S – 25 мг/мл. Расход: 1 мл/1 л.

В качестве аналога для сравнения применяли смесь двух марок (в соотношении 1/3) удобрения *Кристалон* (Нидерланды), отличающихся составом НПК, %: желтый (N – 13; P₂O₅ – 40;

K₂O – 13) и зеленый (N – 18; P₂O₅ – 18; K₂O – 18). Содержание микроэлементов в двух марках одинаковое, %: В – 0,025; Cu – 0,01; Fe – 0,07; Mn – 0,04; Mo – 0,004; Zn – 0,025. Расход смеси: 4 г/1 л воды.

Измерение степени микоризации корней проводили по общепринятым методикам с использованием микроскопа МС100 (ХР) Flu.

Исследуемые препараты применялись в режиме еженедельной некорневой подкормки. Если для сравнения использовать *Контроль* (вода), то результат будет очевиден – применение любого микроудобрения обеспечит значительный эффект на бедном по питательным веществам торфе. Для того чтобы удостовериться, что *Наноплант* проявляет особую эффективность по сравнению с традиционной агрохимией, испытания проводили с вариантом *Фон*: еженедельной корневой подкормкой высокоэффективным питательным раствором, используемым для торфяных субстратов в тепличных комбинатах, мг/л: N – 160; P – 60; K – 350; Mg – 50; Ca – 100; S – 40; Fe – 2,0; Mn – 1,0; B – 0,35; Zn – 0,20; Cu – 0,05; Mo – 0,01).

На первом этапе исследований был проведен сравнительный анализ двух

вариантов: *Фон* и *Фон+Наноплант*. Размноженные *in vitro* микропобеги голубики высокорослой сорта *Bluetta* были высажены в верховой кислый торф (по 10 побегов в 4 контейнерах в каждом варианте) и помещены в условия фитотрона НТООО «АКТЕХ». Стимулирующее влияние *Нанопланта* на интенсивность укоренения, ускорение роста и развития высаженных микроклонов голубики проявилось уже через несколько недель применения препарата. Через 10 недель от начала эксперимента выживаемость микропобегов голубики в варианте с *Наноплантом* составила 98 %, а в варианте *Фон* – 82 %. Жизнеспособные растения для их дальнейшего роста были пересажены из контейнеров в кассеты.

Через 17 недель эксперимента растения извлекли из торфа для оценки значений биометрических параметров. Отмечена стабильная тенденция повышения значений всех оцениваемых биометрических параметров (таблица 1) под влиянием *Нанопланта*. Средняя длина корней и стеблей увеличилась на 18,1 и 10,3 %; количество, ширина и длина листьев – на 14,9; 13,7 и 8,2 % соответственно.

Таблица 1 – Влияние *Нанопланта* на биометрические показатели голубики при укоренении зелеными черенками

Вариант обработки	<i>M</i> растения, г	<i>L</i> корней, мм	<i>L</i> стебля, мм	<i>N</i> листов, шт.	<i>B</i> листа, мм	<i>L</i> листа, мм
<i>Фон</i>	1,11 ±0,33	84,9 ±7,6	156 ±21	13,4 ±1,7	22,6 ±2,8	31,7 ±3,7
<i>Фон + Наноплант</i>	1,29 ±0,30	100,3 ±8,2	172 ±17	15,4 ±1,3	25,7 ±2,5	34,3 ±3,6

Условные обозначения: *M* – сырая масса; *L* – длина; *N* – количество; *B* – ширина.

На втором этапе исследований испытания были дополнены применением для обработки растений варианта *Фон + Кристалон*. Результаты измерений биометрических показателей растений голубики через 15 недель от момента высадки в торф представлены в таблице 2. Оказалось, что

еженедельное внесение при некорневой обработке традиционных форм микроэлементов *Кристалона* не смогло дополнительно повысить эффективность используемого в варианте *Фон* питательного раствора с такими же солевыми и хелатными элементами и не привело к интенсифика-

ции роста и развития микроклонов голубики. Природа защищает растительные клетки от губительного влияния излишнего солевого фактора с помощью полупроницаемых мембран, ограничивающих транспорт заряженных ионов.

Нейтральные наночастицы в силу своего размера свободно проникают через защитные мембраны в клетки и обеспечивают в органеллах синтез дополнительного количества металлозависимых ферментов, обеспечивающих стимуляцию роста и развития растений. Наночастицы

Нанопланта синтезируются в оболочке из медленно усваиваемого внутриклеточными ферментами биогенного полимера, что обеспечивает пролонгированность действия и отсутствие угнетения растений. Тенденция к повышению значений биометрических параметров голубики при использовании *Нанопланта* отражена в таблице 2 и на рисунке 1. По сравнению с вариантом *Фон* сырая масса растений увеличилась на 20,7 %, ширина корневого кома – на 15,6 %, количество боковых побегов – на 39,1 %.

Таблица 2 – Влияние обработок препаратами *Наноплант* и *Кристалон* на биометрические показатели растений голубики при укоренении зелеными черенками

Вариант обработки	<i>M</i> растения, г	<i>L</i> стебля, мм	<i>B</i> корней, мм	<i>L</i> листа, мм	<i>N</i> побегов, шт.
<i>Фон</i>	1,214 ±0,30	140,6 ±14,7	28,1 ±5,7	31,0 ±2,4	2,30 ±0,78
<i>Фон + Кристалон</i>	1,167 ±0,32	127,6 ±14,4	26,5 ±4,4	29,0 ±3,5	2,40 ±0,87
<i>Фон + Наноплант</i>	1,465 ±0,33	143,1 ±13,2	32,5 ±4,4	32,4 ±3,1	3,20 ±0,86

Условные обозначения: *M* – сырая масса; *L* – длина; *N* – количество; *B* – ширина.



Фон



Наноплант

Рисунок 1 – Растения голубики высокорослой через 15 недель после высадки в верховой торф

Использование *Нанопланта* обеспечило развитие у растений голубики более объемной и развитой по сравнению с растениями варианта *Фон* корневой системы с большим количеством мелких всасывающих корней. В этой связи было интересно оценить изменение степени микоризации корней под действием исследуемых препаратов. Ранее [1] было показано, что применение минеральных и микробных удобрений на однолетних саженцах сортов *Denise Blue* и *Northland* в полевых условиях привело к снижению степени микоризации корневой

системы. Растения получили достаточное минеральное питание и подавили развитие грибного симбионта в корнях.

Измерение степени микоризации корней у выращенных в эксперименте растений голубики показало (таблица 3), что наночастицы микроэлементов *Нанопланта* за счет эффекта повышенной проницаемости сумели эффективно простимулировать рост и развитие не только клеток растения, но и микоризы – полезного помощника в обеспечении полноценного питания голубики.

Таблица 3 – Доля микоризованных корней голубики в зависимости от применяемого препарата

Объект	Препарат		
	<i>Фон</i>	<i>Кристалон</i>	<i>Наноплант</i>
	Степень микоризации, %		
Корни II порядка (менее 300 мкм)	40,2 ±4,5	46,1 ±4,4	60,4 ±4,2
T-тест к <i>Фону</i>	–	0,93	3,28

Микроудобрения серии *Наноплант* уже более 10 лет в больших масштабах успешно применяются в интенсивном и органическом земледелии. Выполненные исследования продемонстрировали, что и в технологии размножения голубики методом *in vitro* появился препарат с но-

вой элементной базой в виде наночастиц соединений микроэлементов, позволяющий более эффективно увеличить адаптационный потенциал, простимулировать рост и развитие растений по сравнению с традиционно используемыми солевыми и хелатными формами микроудобрений.

Список использованной литературы

1. Булавко, Г. И. Развитие микоризы у сортовой голубики при использовании удобрений на выработанном торфянике / Г. И. Булавко, А. П. Яковлев, С. П. Антохина // Опыт и перспективы возделывания ягодных растений семейства Брусничные на территории Беларуси и сопредельных стран: материалы международного научно-практического семинара (18–19 июля 2017 г.) / Центральный ботанический сад НАН Беларуси. – Минск: Медисонт. – С. 8–14.

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОПЛАНТА ПРИ РАЗМНОЖЕНИИ ГОЛУБИКИ ЗЕЛЕНЫМИ И ОДРЕВЕСНЕВШИМИ ЧЕРЕНКАМИ

С. Г. Азизбемян¹, В. С. Доста², В. Л. Филипеня³, Т. В. Курлович³

¹ ГНУ «Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

² НТООО «АКТЕХ», г. Минск, Республика Беларусь

³ ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

Саженьцы голу́бикі — востребованный посадочный материал. В настоящее время значительная часть саженцев производится методом микроклонального размножения, но и традиционный вегетативный метод — обычное черенкование — не теряет своей актуальности. Вегетативный метод размножения голу́бикі базирується на использовании зеленых, либо одревесневших черенков. Голубику относят к трудноукореняемым культурам. Для улучшения корнеобразования и дальнейшего доращивания укоренившихся черенков разработан ряд методов с применением различных препаратов [1, 2].

Еще одной очень важной задачей, которую необходимо решить при зеленом черенковании, является стимуляция роста и развития побегов у укореняемых черенков. Одним из самых популярных и эффективных препаратов, используемых для ускорения развития зеленых черенков голу́бикі, является удобрение *Кристалон* (Нидерланды). Его эффективность доказана многолетним опытом применения, но существенной проблемой, возникающей при широком использовании *Кристалона*, является цена и доступность элитных европейских удобрений на белорусском и российском рынках. Поиск альтернативных, более дешевых и доступных, но не

менее эффективных стимуляторов является крайне актуальным.

В НАН Беларуси разработаны микроэлементные нанопрепараты серии *Наноплант*. Они освоены в промышленном производстве, применяются на сотнях тысяч гектаров посевов в массовом и органическом земледелии, экспортируются в страны ЕС, Узбекистан. Возможность замены импортных удобрений на отечественные препараты представляет как научный интерес, так и высокую практическую значимость. Таким образом, целью наших исследований было изучение влияния удобрений марки *Наноплант* на укоренение черенков голу́бикі и доращивание укоренившихся черенков до товарных саженцев.

Объектами исследования первого этапа экспериментов являлись зеленые черенки голу́бикі сорта 'Northland', взятые с микроклонально размноженных, адаптированных *ex vitro* и выращиваемых в условиях теплицы микросаженьцев, второго этапа — одревесневшие черенки сорта *Bluestop*, взятые с растений, выращиваемых в открытом грунте.

В экспериментах использовали смесь трех марок:

• *Наноплант-Ультра*, мг/мл: Co — 0,4; Mn — 0,4; Cu — 0,45; Fe — 0,8; Zn — 0,3;

Cr—0,5; Mo—0,5; Se—0,5 (расход: 0,5 мл/1 л воды);

• *Наноплант Ca-Si*, мг/мл: Ca — 5,0; Si — 0,5; B — 1,0; Fe — 1,0 (расход: 2,0 мл/1 л);

• *Наноплант-Сера*: S — 25 мг/мл (расход: 1 мл/1 л).

Белорусские микроудобрения сравнивали со смесью (в соотношении 1/3) двух марок *Кристалона*, отличающихся составом NPK, %: желтый (N — 13; P₂O₅ — 40; K₂O — 13) и зеленый (N — 18; P₂O₅ — 18; K₂O — 18). Содержание микроэлементов в двух марках одинаковое, %: B — 0,025; Cu — 0,01; Fe — 0,07; Mn — 0,04; Mo — 0,004; Zn — 0,025. Расход смеси: 4 г/1 л воды.

Зеленые черенки голубики сорта 'Northland' были взяты с микросаженцев, выращиваемых в течение 4 месяцев после адаптации *ex vitro* в теплице НПО «Биотехнологический комплекс» ЦБС НАН Беларуси. Закончившие рост молодые побеги разрезали на одно- или двухузловые черенки, высаживали их в верховой кислый торф (по 10 шт. в 4 контейнерах в каждом варианте) и помещали в условия фитотрона НТООО «АКТЕХ». Эффективное развитие зеленых черенков и наращивание биомассы затруднительно без применения NPK. В комплексном удобрении *Кристалон* присутствуют как макро-, так и микроэлементы. Рабочие растворы, содержащие *Наноплант*, были дополнены таким же составом NPK, как в *Кристалоне* (вариант 100 % NPK), либо NPK с уменьшенным в 2 раза количеством (вариант 50 % NPK), но с помощью доступных на отечественном рынке дешевых компонентов. Для обработок использовалась технология еженедельной некорневой подкормки. В варианте *Контроль* применяли обработку водой.

Одревесневшие черенки были заготовлены из побегов 7-летних растений голубики сорта 'Bluestar', выращиваемых в открытом грунте (питомник НПО «Биотехнологический комплекс» ЦБС НАН Беларуси). Подготовленные черенки высаживали в верховой кислый торф (по

40 черенков в варианте) и помещали в условия фитотрона НТООО «АКТЕХ». На втором этапе эксперимента при посадке одревесневших черенков голубики использовали стимулятор корнеобразования *Корневин* (содержит регулятор роста с ауксиновой активностью: 4-(индол-3-ил) масляную кислоту), расход порошка *Корневина* — 4 г на 40 растений. Для одревесневших черенков испытано 3 варианта обработок: 1) замачивание в *Корневине* с последующей еженедельной некорневой обработкой водой; 2) замачивание в *Корневине* с последующей еженедельной некорневой подкормкой *Кристалоном*; 3) еженедельная некорневая подкормка *Наноплантом* без использования *Корневина*.

Через 8 недель от начала эксперимента количество укоренившихся зеленых черенков во всех вариантах эксперимента было одинаковым, но биометрические показатели у растений в *Контроле* по всем оцениваемым параметрам существенно уступали биометрическим показателям растений на вариантах с применением исследуемых препаратов (таблица 1). *Наноплант* со 100%-й добавкой NPK обеспечил эффективность стимуляции на уровне *Кристалона* (а по значениям таких показателей, как длина и ширина листовых пластины, даже несколько превосходил). Неожиданно в варианте, в котором в качестве рабочего раствора использовали *Наноплант* и 50 % NPK, получены достаточно значимые результаты по стимулирующему эффекту, что открывает высокую перспективность проведения дальнейших экспериментов с вариантами состава рабочих растворов на основе *Нанопланта* и добавкой 70–90 % NPK с целью обеспечения полноценной замены импортных удобрений.

Одревесневшие побеги укореняются гораздо хуже, чем зеленые черенки. Даже при оптимальных условиях выращивания количество укоренившихся саженцев может быть невысоким. В связи с этим такие черенки перед посадкой, как правило, обрабатывают специальными препаратами для стимуляции корнеобразования.

Таблица 1 – Биометрические показатели у зеленых черенков при разных вариантах обработок

Вариант обработки	Корни	Стебли		Листья		
	<i>M</i> , г	<i>N</i> , шт.	<i>L</i> , мм	<i>N</i> , шт.	<i>L</i> , мм	<i>B</i> , мм
1. Контроль	0,49 ±0,16	2,4 ±0,5	45,6 ±4,3	5,7 ±1,1	15,6 ±1,8	12,3 ±1,4
2. <i>Наноплант</i> + 50 % NPK	0,85 ±0,19	2,9 ±0,7	82,1 ±6,8	9,3 ±1,9	23,5 ±2,6	18,0 ±1,9
3. <i>Наноплант</i> + 100 % NPK	1,03 ±0,26	3,4 ±0,6	90,2 ±6,6	9,2 ±1,8	29,2 ±2,4	22,3 ±1,8
4. <i>Кристалон</i>	0,98 ±0,22	3,3 ±0,8	90,1 ±7,2	9,2 ±2,1	26,6 ±2,8	19,9 ±2,1

Условные обозначения: *M* – сырая масса; *L* – длина; *N* – количество; *B* – ширина.

Уже через 2 недели после высадки в торф у одревесневших черенков набухли почки, а через 3 недели началось развитие листьев. Через 6 недель обработок у черенков варианта с *Кристалоном* было отмечено более интенсивное развитие новых побегов и листьев. Спустя 9 недель после начала эксперимента из контейнеров были отобраны укоренившиеся черенки, которые перенесли в кассеты для их дальнейшего роста. Неукоренившиеся

черенки продолжили свой рост в исходных контейнерах. Было установлено, что присутствующие в *Кристалоне* макроэлементы NPK простимулировали обильное развитие зеленой массы, но корни образовало лишь 12,5 % черенков. *Корневин* простимулировал корнеобразование у 17,5 % черенков, а *Наноплант* – у 25 %.

Окончательные итоги эксперимента были подведены через 16 недель выращивания (рисунок 1, таблица 2).



Рисунок 1 – Влияние обработок на интенсивность укоренения одревесневших черенков голубики через 16 недель выращивания:

а – обработка *Корневином*; *б* – *Корневин* + *Кристалон*; *в* – *Наноплант* без *Корневина*

Таблица 2 – Результаты испытаний по влиянию обработок различными препаратами на процесс укоренения одревесневших черенков голубики через 16 недель выращивания

Вариант обработки	Черенки с корнями	Корни		Побеги		Листья	
		<i>M</i> , г	<i>L</i> , мм	<i>N</i> , шт.	<i>M</i> , г	<i>L</i> , мм	<i>B</i> , мм
1. <i>Корневин</i>	10 шт. / 25,0 %	0,18 ±0,05	76,0 ±5,4	1,6 ±0,4	0,58 ±0,19	38,0 ±3,2	20,8 ±1,9
2. <i>Корневин + Кристалон</i>	13 шт. / 32,5 %	0,17 ±0,05	72,0 ±5,2	2,2 ±0,5	0,47 ±0,14	32,8 ±2,9	18,5 ±1,7
3. <i>Наноплант</i> (без <i>Корневина</i>)	20 шт. / 50,0 %	0,25 ±0,06	90,4 ±6,9	2,3 ±0,5	0,71 ±0,21	41,0 ±3,8	23,1 ±2,2

Условные обозначения: *M* – сырая масса; *L* – длина; *N* – количество; *B* – ширина.

Микроэлементный стимулятор *Наноплант* обеспечил корнеобразование у 50 % посаженных черенков, в то время как *Корневин* – лишь у 25 %, а вариант (*Корневин + Кристалон*) – у 32,5 %.

Добавление *Кристалона* к *Корневину* – оказало негативное влияние на значения биометрических показателей у исследуемых растений. В варианте с зелеными черенками, у которых процессы корнеобразования и роста новых побегов и листьев начинаются одновременно, применение удобрений с НРК приводит к стимулированию гармоничного развития растений. Корнеобразование в одревесневших черенках – процесс более медленный. Применение НРК стимулирует чрезмерный рост новых побегов, что приводит к истощению жизненных сил растений: преждевременно образовавшиеся крупные листья без поддержки корневого питания быстро теряют тургор и засыхают.

Обработка *Наноплантом* в 2 раза по сравнению с *Корневином* увеличила долю укоренившихся черенков. Длина корней и листьев возросла на 18,9 и 7,9 %; сырая масса корней и побегов – на 38,9 и 22,4 %, количество побегов – на 43,7 %.

Почему микроэлементный нанопрепарат оказался эффективнее *ауксина* – популярного гормонального стимулятора корнеобразования? Основа состава *Нанопланта* – наночастицы соединений микроэлементов, отличающиеся от солевых и хелатных ионов эффектом сверхпроницаемости через защитные мембраны клеток, что позволяет обеспечить синтез в органеллах гораздо большего количества металлозависимых ферментов, катализирующих все биохимические реакции в растении, в том числе и синтез собственных гормонов, включая ауксины. В клетках черенков голубики при действии *Нанопланта* продуцируются природные эндогенные гормоны – более эффективные стимуляторы роста и развития по сравнению с искусственными экзогенными гормональными препаратами.

В результате проведенных исследований показано, что в технологии культивирования голубики появился новый инструмент, способный существенно повысить эффективность вегетативного размножения этой культуры.

Список использованной литературы

1. Курлович, Т. В. Голубика высокорослая в Беларуси / Т. В. Курлович, В. Н. Босак. – Минск: Беларус. навука, 1998. – 176 с.
2. Поликарпова, Ф. Я. Выращивание посадочного материала зелеными черенками / Ф. Я. Поликарпова. – М, 1991. – 95 с.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ МИКОРИЗНОГО СИМБИОНТА У РАСТЕНИЙ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОЙ РАЗНЫХ СРОКОВ СОЗРЕВАНИЯ

Г. И. Булавко, В. Н. Решетников, А. П. Яковлев, С. П. Зимич, М. Н. Вашкевич

ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

Современное земледелие нуждается в повышении естественных резервов растений, в том числе и за счет развития микоризы, которая для большинства растений является если не обязательным, то крайне необходимым условием для оптимизации их ростовой функции, обеспеченности элементами питания, повышения экологической устойчивости и др. Знания о развитии микоризы для хозяйственно значимых видов позволяют повысить рентабельность их выращивания за счет увеличения всасывающей поверхности корней и, как следствие, способствуют перенесению стресса, недостатка питания, защиты корней от заражения потенциальными почвообитающими паразитами.

У растений семейства Вересковые формируется особая свойственная только им микориза – эрикоидная и арбутоидная [9]. Грибные партнеры эрикоидной микоризы способны извлекать N и P из органических источников, что позволяет этим растениям колонизировать бедные питательными веществами участки, где большая часть питательных веществ находится в связанном состоянии [4, 8, 11]. Микориза расширяет экологические ниши растений, за счет чего Вересковые, могут произрастать на бедных песчаных, тундровых, горных почвах [1, 5].

Гриб, образующий микоризу, при ее формировании проникает внутрь кле-

ток кожицы и там образует плотные клубочки гиф. Корневых волосков здесь не бывает, их заменяют так называемые «волосковые корни», характерные для родов *Erica*, *Rhododendron*, *Vaccinium* [9], в которые легко проникает грибной симбионт. Инфицированные клетки недолговечны, волосковые корни выпадают каждый год (если не чаще) и отрастают в начале следующего вегетационного периода. Микоризные грибы, по-видимому, каждый год повторно колонизируют эрикоидные корни из почвы, но есть свидетельства того, что некоторые сброшенные эпидермальные клетки действуют как структуры покоя для грибов внутри них, при этом грибы повторно заражают новые волосковые корни из клеток прошлого сезона [10, 11]. Список видов микоризного симбионта по уточненным данным оказался небольшим [2].

В данной работе исследовалась активность развития микоризы у интродуцированных растений голубики, выращиваемых на коллекционном участке отдела биохимии и биотехнологии растений. Объектами исследования были генеративные растения *V. angustifolium* (ранний) и 5 сортов *V. corymbosum* L. – североамериканской ‘Bluegold’ (средний), ‘Bluescrop’ (средний), ‘Elizabeth’ (поздний), ‘Weymouth’ (ранний) и новозеландской селекции ‘Brigitta Blue’ (поздний), различающиеся сроками созревания плодов.

Определение развития микоризной инфекции на корнях данных видов голубики проведено в динамике трижды за вегетационный период с использованием методики, разработанной для рода *Vaccinium* [3].

Как любой вид взаимодействия между живыми организмами формирование микоризы зависит от активности как ми-

кобионта, так и фитобионта и, как следствие, в течение вегетационного периода степень микоризации корней меняется [6, 7]. Полученные нами результаты показали, что степень микоризации корней у исследованных растений варьировала в разные сроки определения в пределах 23–49 % (таблица), что сопоставимо с данными других авторов для растений рода *Vaccinium* [9].

Таблица – Степень инфицирования корней голубики микоризным симбионтом

Вариант		<i>V. angustifolium</i>	‘Weymouth’	‘Bluegold’	‘Bluecrop’	‘Elizabeth’	‘Brigitta Blue’
Май	II	46,8±4,5	27,7±4,4	67,5±4,0	27,7±4,3	82,2±3,8	67,5±4,8
	I	5,7±1,7	18,3±4,3	11,8±3,2	18,3±3,2	15,9±4,9	16,8±4,3
	M±m	26,2±3,1	23,0±4,3	39,6±3,6	23,0±3,7	49,0±4,3	42,1±4,5
Июль	II	63,3±4,4	29,8±4,2	45,9±4,7	47,9±4,3	46,1±4,0	53,5±4,8
	I	25,9±4,1	18,3±3,2	23,2±4,2	29,7±2,5	21,7±3,9	31,6±4,5
	M±m	44,6±4,2	24,1±3,7	34,6±4,5	38,8±2,9	33,9±3,9	42,5±4,6
Октябрь	II	48,4±4,8	71,2±4,2	52,8±4,7	40,7±4,8	48,3±4,8	50,1±4,9
	I	29,4±4,5	25,3±3,9	24,4±3,9	17,7±3,7	32,1±4,5	16,9±3,7
	M±m	38,9±4,6	48,2±4,1	38,6±4,2	29,2±4,2	40,2±4,6	33,8±4,3

Из литературных данных известно также, что наиболее активно заселение корней происходит в период вегетации растений до завязывания плодов [6]. В наших исследованиях степень инфицирования корней в течение вегетационного периода менялась по-разному у растений разных сроков созревания. Так, ранний сорт ‘Weymouth’ наиболее обильно заселялся симбионтом в сентябре (48,8 %) и в последующие сроки доля микоризованных корней поддерживалась на уровне 24–25 %. У *V. angustifolium* (другого раннеспелого вида) в начале вегетации степень заселения корней микобионтом составляла только 26,2 %, а максимальная степень микоризации отмечена в середине лета (44 %). Среднеранний сорт ‘Bluegold’ в течение вегетационного периода имел долю инфицированных корней от 34,6 до 39,6 %, т. е. сезонного тренда не было. На корнях среднеспелого сорта ‘Bluecrop’ доля микоризованных корней также оставалась невысокой (23–29 %) с пиком в середине сезона на уровне 38,5 %.

Безусловно у сортов с разными сроками созревания плодов отличается актив-

ность метаболических процессов в одни и те же сроки определения. Было логичным предположить, что у позднеспелых сортов, у которых цветение и созревание плодов происходит позже, помощь от симбионта нужна в более поздние сроки. Полученные результаты свидетельствуют о более высокой степени инфицирования корней у позднеспелых сортов относительно ранне- и среднеспелых на протяжении всего вегетационного периода. У позднеспелого сорта ‘Elizabeth’ доля микоризованных корней варьировала от 49,1 до 33,9 %, а у сорта ‘Brigitta Blue’ от 42,15 до 33,8 % с общим трендом снижения от весны к осени.

Часто при исследованиях корни разделяют на корни 1-го и 2-го порядков. К корням 1-го порядка условно относят корни диаметром 300–600 мкм, к корням 2-го порядка – более тонкие корешки [1]. Именно тонкие корни являются «жилищем» микоризы, играющей большую роль в потреблении элементов питания из почвы. Тонкие корни имеют различную продолжительность жизни (от нескольких дней до нескольких месяцев) и богаты элементами питания. Грибная инфекция проникает че-

рез тонкие «волосковые корни», доля таких корней в общей массе достигает 64 % [9].

Образование тонких корней активно происходит на стадии активного роста растений, в этот период идет активное заселение тонких корней грибным симбионтом. По-видимому, темпы образования и продолжительность жизни тонких корней у разных видов и определяют характер сезонной динамики развития микоризы в корнях разной толщины. Не все корни растения содержат микоризный симбионт. При раздельном определении доли микоризованных корней разной толщины, отнесенных к корням 1-го и 2-го порядка, очевидно, что на любой стадии развития растения грибной симбионт предпочитает самые тонкие корни 2-го порядка (см. таблицу).

Известно, что внутри корня от клетки к клетке инфекция передается быстрее, чем проникает извне [9]. Микоризный мицелий, находящийся в корнях растений, не

только растет, но и лизируется растением, пополняя его питательный фонд. Можно предполагать, что активный лизис происходит в период повышенной потребности в минеральных компонентах. По-видимому, в растущих молодых корнях идет активный процесс распространения инфекции, а в более крупных корнях доля микоризованных корней обеспечивают корни, где еще не произошел лизис ранее накопленного мицелия. В наших исследованиях у растений голубики степень инфицирования тонких корней 2-го порядка составляла от 60 до 89 % (см. таблицу).

Таким образом, степень микоризации корней голубики меняется в течение вегетационного периода и зависит от сроков созревания растений. Более высокая степень инфицирования отмечалась на корнях позднеспелых сортов. Наиболее активно микобионт развивается в тонких корнях, диаметром до 300 микрон.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Селиванов, И. А. Микосимбиотрофия как форма консортивных связей в растительном покрове Советского союза / И. А. Селиванов. – М.: Наука, 1981. – 232 с.
2. Смит, С. Э. Микоризный симбиоз / С. Э. Смит, Д. Дж. Рид. – М.: Товарищество научных изданий КМК. – 2012. – 776 с.
3. Boyer, E.P. Endomycorrhizae of *Vaccinium corymbosum* L. in North Carolina / E. P. Boyer, G. R. Ballington, C. M. Hainland // Journal of American Society Hort. Science. – 1982. – Vol. 107(5). – P. 751–754.
4. Bowen, G. D. The effects of mycorrhizas on nitrogen uptake by plants. In Terrestrial nitrogen cycles. Processes, Ecosystem strategies and man agreement impacts / G. D. Bowen, S. E. Smith // Ecol. Bull. (Stockholm). – 1981. – P. 237–247.
5. Brundrett, M. C. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants / M. C. Brundrett // New Phytol. – 2002. – Vol. 154. – P. 275–304
6. Jeljazkova, E. Effect of drought on ericoid mycorrhizae in wild blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait) / E. Jeljazkova, D. Percival // Canadian journal of plant science. – 2003. – Vol. 83. – P. 583–586.
7. Johansson, M. The influence of ammonium nitrate on the root growth and ericoid mycorrhizal colonization of *Galluna vulgaris* (L.) Hull from a Danish heathland / M. Johansson // Oecologia. – 2000. – Vol. 123. – P. 418–424.
8. Lin, L. C. Decomposition of organic matter by the ericoid mycorrhizal endophytes of Formosan rhododendron (*Rhododendron formosanum* Hemsl.) / L. C. Lin, M. J. Lee, J. L. Chen // Mycorrhiza. – 2011. – Vol. 21. – P. 331–339.
9. Read, D. J. The biology of mycorrhiza in the *Ericales* / D. J. Read // Can. J. Bot. – 1982. – Vol. 61. – P. 985–1004.
10. Read, D. J. The Structure and Function of the Ericoid Mycorrhizal Root / D. J. Read // Annals of Botany. – 1996. – Vol.77. – P. 365–374.
11. Read, D. J. Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems – a journey towards relevance? / D. J. Read, J. Perez-Moreno // New Phytologist. – 2003. – Vol. 157. – P. 475–492.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДА СВИТЧ, ВДГ В ЗАЩИТЕ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ ОТ СЕРОЙ ГНИЛИ

Е. В. Васеха, Р. И. Плескаевич

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Республика Беларусь

В настоящее время голубика высокорослая — одна из самых востребованных ягодных культур в Беларуси, которая выращивается как в личных подсобных хозяйствах, так и в промышленных насаждениях. При соблюдении технологии возделывания современные адаптированные к почвенно-климатическим условиям региона сорта способны формировать урожай ягод 5,0 т/га и более, что обеспечивает высокую рентабельность возделывания культуры. В республике площади выращивания голубики ежегодно увеличиваются, что связано с постоянно возрастающим спросом населения на свежие ягоды на внутреннем рынке, а также высоким экспортным потенциалом культуры.

Возделывание многолетней ягодной культуры в промышленных масштабах создает предпосылки для увеличения инфекционного запаса возбудителей болезней. Применение системы капельного полива растений как неотъемлемого элемента технологии для данной культуры способствует созданию микроклимата, благоприятного для развития фитопатогенных микроорганизмов. Одной из наиболее распространенных и вредоносных болезней голубики высокорослой является серая гниль, возбудитель которой — гриб *Botrytis cinerea* Pers. — вызывает поражение как вегетативных, так и генеративных органов. По данным ряда исследователей, для защиты от болезни необходим комплекс мероприятий, однако

наиболее эффективным является применение фунгицидов [2, 4]. В связи с этим поиск новых средств защиты для контроля серой гнили является актуальным. Ключевым моментом при этом является выбор препаратов с коротким периодом ожидания, без риска накопления высокого уровня остаточных количеств д. в. в ягодах.

Целью данной работы была оценка эффективности фунгицида Свитч, ВДГ в снижении вредоносности серой гнили на голубике высокорослой. Фунгицид Свитч, ВДГ характеризуется коротким периодом ожидания, который составляет 7 суток до сбора урожая.

Исследования проводили в 2021–2022 гг. в промышленных насаждениях ОАО «Полесские журавины» Пинского района и КФХ «Ягодное лукошко» Ганцевичского района Брестской области. Объектом исследования являлись сорта 'Нельсон' ('Nelson') 2004 года посадки и 'Блюкроп' ('Bluecrop') 2014 года посадки. Схема посадки — 4,0–1,0 м. Полевые опыты были заложены в 4-кратной повторности (повторность — не менее 5 кустов), расположение делянок — рандомизированное. Обработки фунгицидом Свитч, ВДГ (флудиоксонил, 250 г/л + ципродинил, 375 г/л) проводили однократно в фенофазе голубики «начало созревания ягод» (ВВСН 81). Норма расхода рабочей жидкости — 600 л/га. Учеты распространенности серой гнили осуществляли со-

гласно методике, описанной в «Poradnik sygnalizatora ochrony borywki wysokiej» [3]. Биологическую эффективность фунгицида рассчитывали по формуле Аббота [1].

В результате многолетних наблюдений (2015–2022 гг.) установлено, что в условиях Беларуси серая гниль является широко распространенной болезнью в насаждениях голубики высокорослой, возбудитель которой вызывает поражение листьев и молодых побегов (до 16,3 и 23,0 %), соцветий (до 11,2 %), завязей и плодов (до 15,0 %). Также болезнь проявляется при хранении ягод. В связи с тем что ассортимент фунгицидов против серой гнили на голубике высокорослой ограничен, нами были проведены целенаправленные исследования по изучению эффективности двухкомпонентного фунгицида Свитч, ВДГ из класса фенилпирролов и анилопиримидинов в защите культуры от болезни.

По данным зарубежных исследователей, наиболее уязвимыми периодами

для заражения голубики возбудителем серой гнили являются начало цветения, период роста и начала созревания ягод. При поражении более 3,0 % во время сбора урожая, их длительное хранение не рекомендуется [4, 5]. В наших исследованиях в 2021–2022 гг. на фоне проводимых в хозяйстве защитных мероприятий фунгицид Свитч, ВДГ применяли однократно в начале созревания ягод (ВВСН 81).

В вегетационном сезоне 2021 года в период роста и начала созревания ягод голубики высокорослой погодные условия, характеризующиеся повышенным температурным режимом и избыточным (142 % от нормы) количеством осадков, способствовали развитию серой гнили. В конце июля (27.07) в период первого сбора ягод, в варианте без обработки распространенность болезни составила 2,3 %, в то время как в варианте с однократной обработкой фунгицидом Свитч, ВДГ не превысила 0,3 % (таблица).

Таблица – Биологическая эффективность фунгицида Свитч, ВДГ в контроле серой гнили голубики высокорослой (полевые опыты, ОАО «Полесские журавины» Пинский район, сорт Нельсон, 2021 г.; КФХ «Ягодное лукошко», Ганцевичский район, Брестская область, сорт Блюкроп, 2022 г.)

Вариант опыта	Распространенность серой гнили на ягодах, %						Биологическая эффективность, %	
	2021 г.			2022 г.			2021 г. 10/08	2022 г. 10/08
	1-й сбор 27/07	2-й сбор 03/08	3-й сбор 10/08	1-й сбор 28/07	2-й сбор 04/08	3-й сбор 10/08		
Контроль (без обработки)	2,3	5,0	8,8	2,6	2,9	3,6	–	–
Свитч, ВДГ, 1,0 кг/га	0,3	1,6	2,5	0,3	0,4	0,6	71,6	83,3

Примечание. Даты проведения обработок: 18.07.2021; 21.07.2022 (ВВСН 81).

В августе на фоне теплой и дождливой погоды отмечалось дальнейшее инфицирование ягод. Через 3 недели после опрыскивания препаратом Свитч, ВДГ количество пораженных ягод в варианте опыта не превысило 2,5 %, в то время как в контроле – увеличилось до 8,8 %. Биологическая эффективность однократ-

ной обработки изучаемым фунгицидом составила 71,6 %.

В условиях 2022 года опыт был продолжен в насаждениях КФХ «Ягодное лукошко» Ганцевичского района на сорте голубики высокорослой Блюкроп. Гидротермические условия первой половины июля характеризовались умерен-

ным температурным режимом и большим количеством осадков, что способствовало заражению ягод возбудителем серой гнили, и уже в конце месяца распространенность болезни в контроле составила 2,6 %. В дальнейшем к третьему сбору урожая на фоне дефицита осадков количество пораженных ягод увеличилось незначительно – до 3,6 %. Однократное применение фунгицида Свитч, ВДГ с нормой расхода 1,0 кг/га эффективно сдерживало развитие серой гнили – распространенность болезни в урожае не превышала 0,6 %.

Биологическая эффективность обработки фунгицидом Свитч, ВДГ составила 83,3 % по сравнению с вариантом без обработки.

Таким образом, на основании данных двухлетних исследований можно сделать вывод о том, что однократное применение фунгицида Свитч, ВДГ в норме расхода 1,0 кг/га в фенофазу «окрашивание – начало созревания ягод» голубики высокорослой позволяет сдерживать развитие серой гнили на восприимчивых к болезни сортах в период сбора урожая на 71,6–83,3 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. С. Ф. Буга. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.
2. Highbush blueberry: cultivation, protection, breeding and biotechnology / D. Prodorutti [et al.] // The European Journal of Plant Science & Biotechnology, Global Science Books. – 2007. – Vol. 1 (1). – P. 44–56.
3. Poradnik sygnalizatora ochrony borówki wysokiej / M. Cieślińska [i insz.]; red. M. Tartanus. – Skierniewice, Instytut ogrodnictwa, 2017. – 121 S.
4. Simpson, M. Berry plant protection guide 2019 / M. Simpson. – Wollongbar: NSW Department of Primary Industries, 2019. – 96 p.
5. Vojinović, U. Efikasnost fungicida u suzbijanju Botrytis cinerea u zasadu borovnice / U. Vojinović, M. Stević // Biljni Lekar. – 2017. – Vol. 45, № 5. – P. 479–487.

СКРИНИНГ РАСТЕНИЙ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ В ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ

А. М. Деева¹, Е. Д. Агабалаева¹, И. И. Буйная², Е. И. Алексеева¹,
Е. В. Спиридович¹, В. Н. Решетников¹

¹ ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

² ИООО «БЕЛ-ОБСТ», г. Волковыск, Республика Беларусь

Окислительный стресс может способствовать нарушению окислительно-восстановительного статуса клеток биологической системы. Ежедневное употребление растительных культур с высоким содержанием антиоксидантов снижает риск возникновения заболеваний, вызванных дисбалансом между проявлениями активных форм кислорода в организме и способностью биологической системы своевременно дезактивировать интермедиаты окислительных реакций [1, 2].

Клюква крупноплодная (*Oxycoccus macrocarpus*) – вид листопадного кустарника семейства Вересковые (*Ericaceae*); бузина черная (*Sambucus nigra*) – вид рода Бузина (*Sambucus*) семейства Адоксовые (*Adoxaceae*); клубника садовая (*Fragaria moschata*) и вишня обыкновенная (*Prunus subg. Cerasus*) – растения семейства Розовые (*Rosaceae*). Данные семейства насчитывают более сотен видов и распространены по всему северному и умеренному регионам. Поскольку осведомленность потребителей о важности данных ягодных культур и потреблении продуктов из них растет, их производство также расширяется [3–5]. Они богаты ценными биологически активными компонентами, такими

как полифенолы, в частности антоцианы. Регулярное их употребление облегчает боли, вызванные артритом и подагрой, улучшает зрение и функции мозга, снижает ожирение, диабет, окислительный стресс, воспаление, артериальное давление, потерю силы и болезненность мышц, вызванные физическими нагрузками [1; 6–8]. Эти биологические эффекты прочно связаны с наличием антоцианов и других полифенолов [9; 10].

Кроме того, было обнаружено, что полифенольные соединения являются сильными ингибиторами α -амилазы и α -глюкозидазы, которые являются ключевыми ферментами переваривания углеводов. Эта ингибирующая активность оказывает благотворное влияние на диабет 2-го типа и сердечно-сосудистые заболевания путем контроля всасывания глюкозы [11]. Полифенолы представляют собой группу ароматических соединений, по крайней мере, с одной гидроксильной группой. Они влияют на цвет и вкус пищевых продуктов [12]. Антоцианы относятся к флавоноидной группе полифенолов [8]. Это пигменты, проявляющие антиоксидантную и противовоспалительную активности в растительных объектах [13].

Антиоксидантная активность любого соединения обусловлена его способностью связывать свободные радикалы донорным атомом водорода [14]. Красно-фиолетовый цвет антоцианов важен для определения качества пищевых продуктов, а также для маркетинговых целей [13]. Антоцианы – гликозиды антоцианидина, который представляет собой агликоновую единицу. Они связаны с гликозидами и состоят из двух ароматических колец, связанных между собой тремя атомами углерода в кислородсодержащем гетероцикле, называемом хромановым кольцом [8]. Антоциановые пигменты различаются количеством гидроксильных групп, а также положением, количеством и природой связанных сахаров и алифатических или ароматических кислот [15]. В высших растениях были обнаружены шесть антоцианидинов: цианидин (Cy), дельфинидин (Dp), пеларгонидин (Pg), пеонидин (Pn), петунидин (Pt) и мальвидин (Mv). Из них цианидин является наиболее распространенным и обнаруживается более чем в 82 % исследованных растительных культурах [16]. Дельфинидины и их метилированные производные – петунидины и мальвидины – являются источниками темно-голубоватого и пурпурного оттенков, тогда как цианидины и пеларгонидины являются основными пигментами ярко-красных расцветок [17].

Между пищевыми компонентами может возникать синергетический эффект и усиливаться положительные свойства отдельных биоактивных молекул. Компонентами, улучшающими положительные антиоксидантные и противовоспалительные свойства исследуемых нами ягодных культур, являются флавоноиды и флаван-3-олы, такие как кверцетин, катехин и эпикатехин и др. Помимо полифенолов, они являются важным источником клетчатки, калия, каротиноидов и витамина С [3–5].

Несмотря на то что общее количество антиоксидантов в свежих плодах исследуемых культур относительно велико, они мо-

гут легко разлагаться под воздействием pH, температуры или даже света [18–23], таким образом для хранения необходим решающий метод уменьшения деградации антоцианов. Выбор способа консервирования плодов определяется, в том числе, сохранением в их составе наиболее ценных антиоксидантов. Перспективным способом консервирования является способ хранения при отрицательных температурах, он позволяет замедлить деструкцию всех видов биологически активных соединений и облегчить транспортировку растительного сырья [24].

Цель данного исследования – оценить степень динамики количественного содержания антоцианов в процессе хранения при отрицательных температурах различных фракций и продуктов из ягодного сырья.

Объектами исследований являлись плоды *Sambucus nigra* и продукты переработки плодов *Oxycoccus macrocarpus*, *Prunus subg. Cerasus*, *Fragaria moschata*. Биохимические исследования растительных образцов выполнялись в отделе биохимии и биотехнологии растений ЦБС (г. Минск). Оценивали содержание пигментов в процессе хранения при отрицательных температурах – плоды бузины черной, пюре из плодов клюквы крупноплодной, сок из клюквы крупноплодной, сиропы из клюквы крупноплодной, вишни обыкновенной и клубники садовой. Экстракты получали из измельченного гомогенизатором растительного сырья при 4-кратном избытке экстрагента (раствор этилового спирта 80 %) Для извлечения антоциановых пигментов, во избежание деструкции данных соединений, экстракцию проводили под воздействием ультразвукового излучения (SONOPULS HD 2200) с последующей экстракцией в течение 16 ч при +4 °C без доступа света.

Все измерения проводились в четырехкратной повторности. Достоверность полученных экспериментальных данных оценивалась методом биологической

статистики [25]. Статистическую обработку результатов выполняли с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel. Проверка гипотез о равенстве двух средних производилась с помощью *t*-критерия Стьюдента [25]. Оценку достоверности полученных результатов проводили при уровне значимости $p < 0,05$.

Содержание антоцианов в замороженных плодах бузины и продуктах переработки из вишни обыкновенной, клубники садовой и клюквы крупноплодной при хранении изменялось в сторону уменьшения в зависимости от родовой принадлежности. Согласно данным таблицы 1, составленной по пока-

зателям содержания антоцианов, можно сделать заключение, что содержание антоцианов во всех продуктах из плодов *Oxycoccus macrocarpus* до заморозки колебалось в пределах от 258,34(±5,1) до 324,54(±3,1) мг/100 г сухого веса, максимальное количество антоциановых пигментов в продуктах переработки наблюдалось в сиропе из вишни и составляло 627,30(±14,1) мг/100 г сухого веса. Наибольшее количество антоциановых пигментов наблюдалось в замороженных плодах бузины 2942,88(±155,2) мг/100 г сухого веса. После 3 месяцев хранения при температуре –18 °С наблюдалось снижение исследуемого параметра на 3,4–7,5 % во всех исследуемых образцах.

Таблица 1 – Оценка плодов *Sambucus nigra* и продуктов переработки плодов *Oxycoccus macrocarpus*, *Prunus subg. Cerasus*, *Fragaria moschata* по содержанию антоцианов в динамике при температуре –18 °С, мг/100 г сухого веса

Плоды и продукты переработки	Контроль	3 мес.	6 мес.
Плоды <i>Sambucus nigra</i>	2942,9±155,2	2720,2±101,3	2531,4±121,5
Пюре из <i>Oxycoccus macrocarpus</i>	284,8±3,2	268,6±2,8	234,3±2,1
Сок из <i>Oxycoccus macrocarpus</i>	324,54±3,1	313,47±11,2	283,4±11,1
Сироп из <i>Oxycoccus macrocarpus</i>	258,34±5,1	247,3±9,5	203,4±2,0
Сироп из <i>Prunus subg. Cerasus</i>	627,30±14,1	601,5±13,7	543,5±11,0
Сироп из <i>Fragaria moschata</i>	415,3±11,2	387,9±9,3	169,3±6,2

Исходя из данных таблицы 1, составленной по средним показателям, можно сделать вывод, что после 6 месяцев хранения наибольшее количество антоцианов сохранилось в замороженных плодах *Sambucus nigra* (2531,4(±121,5) мг/100 г сухого веса) и в сиропе из *Prunus subg. Cerasus* (543,5(±11,0) мг/100 г сухого веса). В сиропе из *Fragaria moschata* зафиксирован показатель наибольшей потери антоцианов в результате 6-месячного хранения в морозильной камере, что составило 59,2 %. Данное явление также было зафиксировано русскими учеными [25] для плодов рода Земляника, что возможно объясняется качественным составом антоцианового комплекса в данной растительной культуре.

В результате исследований была проведена оценка сохранности антоцианов

при хранении замороженных ягод и продуктов переработки ягодного антоциан содержащего сырья, собранного в районе Центральной агроклиматической зоны Беларуси:

1) для замораживания продуктов переработки исследуемых таксонов при –18 °С рекомендуются *Oxycoccus macrocarpus* и *Prunus subg. Cerasus*, сохраняющие высокий уровень антоцианов в течение 6 месяцев. У данных видов растительных объектов показатель потери антоцианов в процессе заморозки составил 12,7–21,2 %;

2) для плодов *Sambucus nigra* характерно высокое содержание антоцианов в плодах в начале хранения и после 6 мес. при температуре –18 °С. (2942,9(±155,2) и 2531,4(±121,5) мг/100 г сухого веса, соот-

ветственно). *Sambucus nigra* можно рекомендовать для использования в пищевой и фармацевтической промышленности как перспективный источник антиоксидантов природного происхождения;

3) наиболее высокое накопление антоцианов обнаруживается в период созревания плодов, снижение антоцианов наблюдается по мере хранения продукции.

Работа выполнена в рамках по мероприятию «Провести скрининг и отбор растений с повышенным содержанием биологически активных веществ и оценить возможности их переработки в функциональные пищевые продукты» ГП «Научно-инновационная деятельность НАН Беларуси» на 2021–2025 годы, подпрограмма 1 «Развитие государственного научного учреждения ЦБС НАНБ».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chaovanalikit, A. Total anthocyanins and total phenolics of fresh and processed cherries and their antioxidant properties // A. Chaovanalikit, R.E. Wrolstad / J. Food Sci. – 2004. – Vol. 69, N 1. – P. 67–72.
2. Tart cherry in amelioration of pain in the elderly / C. Tiernan [et al.] // Nutr. Aging. – 2015. – Vol. 3. – P. 203–217.
3. Тяк, Г. В. Выращивание лесных ягодных растений в России: современное состояние и перспективы / Г. В. Тяк, С. С. Макаров, Л. Е. Курлович // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы V науч.-техн. конф. (Санкт-Петербург, 16–18 июня 2020 г.). – СПб., 2020. – С. 254–256.
4. Теория и практика размножения и плантационного выращивания лесных ягодных растений *Rubus arcticus* L., *Oxycoccus palustris* Pers. и *Vaccinium angustifolium* Ait.: моногр. / С. С. Макаров [и др.]. – Караваево : Костромская ГСХА, 2021. – 394 с.
5. Организационно-экономическая оценка метода клонального микроразмножения лесных ягодных растений рода *Vaccinium* / С. С. Макаров [и др.] // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 4. – С. 30–38.
6. Wallace, T. C. Anthocyanins / T. C. Wallace, M. M. Giusti // Adv. Nutr. – 2015. – Vol. 6, № 5. – P. 620–622.
7. Kelly, D. S. A review of the health benefits of cherries / D. S. Kelly, Y. Adkins, K. D. Laugero // Nutrients. – 2018. – Vol. 10. – P. 368.
8. Tarone, A. G. Anthocyanins: new techniques and challenges in microencapsulation / A. G. Tarone, C. B. B. Cazarin, M. R. Marostica Jr. // Food Res. Int. – 2020. – Vol. 133. – Article 109092.
9. Antioxidant and anthocyanin contents of tart cherry cultivars / Z. Veres [et al.] // Acta Hort. – 2008. – Vol. 795. – P. 787–792.
10. Carboxymethylcellulose hydrogels: Effect of its different amount on preservation of tart cherry anthocyanins and polyphenols / I. Corkovic [et al.] // Current Plant Biology – 2021. – Vol. 28, № 1. – P. 100222.
11. The inhibitory potential of Montmorency tart cherry on key enzymes relevant to type 2 diabetes and cardiovascular disease / A. Kirakosyan [et al.] // Food Chem. – 2018. – Vol. 252. – P. 142–146.
12. Phenolic content and antioxidant capacity of sweet and tart cherries / D. Prvulovic [et al.] // Stud. UBB Chem. – 2012. – Vol. 57. – P. 175–181.
13. Anthocyanins in tart-cherry juices and nectars – influence of processing steps and presence of ageing pigments / D. Bonerz [et al.] // Deut. Lebensm. Rundsch. – 2011. – Vol. 107, № 1. – P. 24–32.
14. Chemical studies of anthocyanins: a review / A. Castaneda-Ovando [et al.] // Food Chem. – 2009. – Vol. 113. – P. 859–871.
15. Analysis and biological activities of anthocyanins / J. Kong [et al.] // Phytochemistry. – 2003. – Vol. 64. – P. 923–933.

16. Fruit Phenolics / J. J. Macheix [et al.]. – CRC Press: Boca Raton, 1990.
17. Jaakola, L. New insights into the regulation of anthocyanin biosynthesis in fruits / L. Jaakola // Trends Plant Science. – 2013. – Vol. 18, № 9. – P. 477–483.
18. Loypimai, P. Thermal and pH degradation kinetics of anthocyanins in natural food colorant prepared from black rice bran / P. Loypimai, A. Moongngarm, P. Chottanom // J. Food Sci. Technol. – 2016. – Vol. 53, № 1. – P. 461–470.
19. Leong, S. Y. Effects of processing on anthocyanins, carotenoids and vitamin C in summer fruits and vegetables / S. Y. Leong, I. Oey // Food Chem. – 2012. – Vol. 133. – P. 1577–1587.
20. Lao, F. The effect of pigment matrix, temperature and amount of carrier on the yield and final color properties of spray dried purple corn (*Zea mays* L.) cob anthocyanin powders / F. Lao, M. M. Giusti // Food Chem. – 2017. Vol. 227. – P. 376–382.
21. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation / A. Patras [et al.] // Trends Food Sci. Technol. – 2010. Vol. 21. – P. 3–11.
22. Khanal, R. C. Effect of heating on the stability of grape and blueberry pomace procyanidins and total anthocyanins / R. C. Khanal, L. R. Howard, R. L. Prior // Food Res. Int. – 2010. – Vol. 43. – P. 1464–1469.
23. Loypimai, P. Thermal and pH degradation kinetics of anthocyanins in natural food colorant prepared from black rice bran / P. Loypimai, A. Moongngarm, P. Chottanom // J. Food Sci. Technol. – 2016. – Vol. 53, № 1. – P. 461–470.
24. Influence of drying temperature on anthocyanin and moisture contents in purple waxy corn kernel using a tunnel dryer / S. Charmongkolpradit [et al.] // Case Studies in Thermal Engineering – 2021. – Vol. 25. – P. 100886.
25. Захаров, В. Л. Влияние замораживания на сохранность БАВ в плодах и ягодах дикорастущих растений / В. Л. Захаров, А. Нархова // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2020. – Вып. 1, № 15. – С. 21–30.

ГАБИТУС РАСТЕНИЙ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ НА ОСНОВНЫХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

О. В. Дрозд

ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

Голубика высокорослая (*Vaccinium corymbosum* L.) — ягодная культура, интродуцированная в Беларусь из Североамериканского континента. Одним из основополагающих критериев оценки успешности адаптации интродуцированных растений в новом районе является сохранение присущей им жизненной формы, а также сортовых параметров надземной части. Детальное морфологическое описание растений голубики также необходимо для выявления сортовых особенностей с целью их идентификации, использования в селекции, определения схемы посадки и особенностей проведения формирующей обрезки.

Исследования выполняли в течение 2008–2021 гг. в коллекционных насаждениях отраслевой лаборатории интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси, расположенной в Ганцевичском районе Брестской области.

Объектами исследований являлась голубика высокорослая 15 сортов — ‘Bluecrop’, ‘Bluejay’, ‘Bonifacy’, ‘Bonus’, ‘Brigitta Blue’, ‘Collins’, ‘Chandler’, ‘Chanticleer’, ‘Denise Blue’, ‘Goldtraube’, ‘Nui’, ‘Puru’, ‘Spartan’, ‘Sunrise’, ‘Toro’, а также голубика низкорослая сорта ‘Putte’.

Насаждения голубики созданы двухлетними корнесобственными саженцами осенью 2008 г. Схема посадки растений — 2,0×1,5 м.

Исследования проводили согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [1]. Статистическую обработку данных выполняли с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel на 95%-м уровне значимости.

Биометрические параметры растений голубики в 2-летнем возрасте, т. е. сразу после посадки в грунт, имели существенные различия. Высота ювенильных растений варьировалась от 0,1 (‘Spartan’) до 0,5 м (‘Goldtraube’), а диаметр горизонтальной проекции кроны — от 0,1 (‘Brigitta Blue’, ‘Spartan’) до 0,5 м (‘Bonus’, ‘Goldtraube’) (таблица). Далее при возделывании растений голубики в идентичных почвенно-климатических условиях на общем агрофоне отмечается более быстрое прохождение ростовых процессов у растений, характеризовавшихся низкими биометрическими параметрами при высадке в грунт. Так, сорта голубики со средней высотой растений при посадке 0,1–0,3 м (‘Spartan’, ‘Nui’, ‘Puru’, ‘Brigitta Blue’, ‘Denise Blue’, ‘Bluejay’, ‘Toro’, ‘Putte’) увеличили ее в 2,0–6,0 раза, сорта с высотой

растений 0,4–0,5 м ('Sunrise', 'Collins', 'Bonus', 'Chandler', 'Bluecrop', 'Bonifacy', 'Chanticleer', 'Goldtraube') – в 1,3–2,5 раза. Таким образом, на момент вступления в генеративную фазу развития (4 года) [2] среднесортная высота растений голубики увеличилась в 2,3 раза и в зависимости от сорта составила от 0,5 ('Bonus', 'Nui', 'Toro') до 1,0 м ('Bluecrop', 'Goldtraube'), среднесортной диаметр горизонтальной проекции кроны – в 2,0 раза – от 0,4 ('Spartan') до 0,9 м ('Chanticleer').

Среднесортная высота растений голубики при вступлении в стадию товарного плодоношения (6 лет) [2] увеличивается в среднем еще в 1,4 раза и достигает 1,0 м, диаметр кроны – в 1,5 раза (0,9 м). В зависимости от сорта высота растений составляет от 0,7 ('Puru') до 1,4 м ('Goldtraube') при диаметре кроны от 0,6 ('Puru') до 1,2 м ('Collins').

В 10-летнем возрасте генеративные растения голубики достигли высоты от 0,9 ('Puru', 'Putte') до 1,7 м ('Goldtraube') при среднесортном показателе 1,3 м и диаметра кроны от 0,8 ('Puru') до 1,6 м ('Goldtraube'). При этом темпы нарастания биометрических показателей растений снизились. Так, высота растений и диаметр их кроны увеличились за 4 года в 1,3 раза, что по абсолютным показателям составило в среднем 0,3 м. При этом суммарный прирост побегов с возрастом растения, как правило, увеличивается, что наряду с относительно небольшим нарастанием биометрических показателей кроны приводит к ее загущению, а следовательно, необходимости обрезки, направленной не только на формирование габитуса растения, но на прореживание кроны.

К 15-летнему возрасту динамика нарастания кроны голубики еще больше снизилась как в относительных, так и в абсолютных величинах. Среднесортные показатели высоты растений и диаметра кроны за 5 лет увеличились в 1,1 и

1,2 раза, или на 0,1 и 0,2 м соответственно. Мониторинг 15-летних растений голубики разных сортов показал, что они значительно разнятся по биометрическим параметрам кроны. Наибольшая высота растений отмечена у сорта 'Goldtraube' – 1,8 м, несколько ниже этот параметр у растений сортов 'Chandler', 'Chanticleer', 'Collins', 'Brigitta Blue', 'Bluecrop' и 'Spartan' – 1,5 м. Низкие показатели высоты кроны в условиях пункта интродукции отмечены у сортов голубики высокорослой 'Toro', 'Bonus' и 'Puru' (1,2 м), 'Nui' (1,1 м), наименьшая высота растений характерна для низкорослого сорта 'Putte' (1,0 м).

Максимальный показатель диаметра кроны, аналогично высоте, отмечен у сорта 'Goldtraube' – 1,7 м. Высокими параметрами диаметра кроны также обладают растения сортов 'Bluecrop', 'Brigitta Blue', 'Collins', 'Denise Blue', 'Chanticleer' (1,5 м). Минимальное значение данного показателя характерно для сортов 'Puru' и 'Bonifacy' (1,1 м).

Варьирование размерных характеристик кроны обусловлено как различной силой роста растений голубики разных сортов, так и направлением, в котором идет преимущественное нарастание кроны. Так, растения голубики сортов 'Spartan', 'Chanticleer', 'Chandler' и 'Bonifacy' генетически предрасположены к высокой силе роста в высоту, что подтверждается коэффициентами соотношения высоты растений к их диаметру (1,2–1,4), указывающими на более продолговатую форму кроны (см. таблицу). У сортов 'Nui' и 'Putte' отмечается преимущественное увеличение размеров кроны в диаметре, вследствие чего ширина растений превышает их высоту, соответственно, коэффициент формы кроны меньше 1,0. У большинства исследуемых сортов коэффициент соотношения высоты растения к его диаметру равен 1,0–1,1, что свидетельствует о достаточно равномерном нарастании кроны во всех направлениях.

Таблица – Биометрические параметры растений разных сортов голубики на основных этапах онтогенеза, м

Показатель	Высота растения						Диаметр кроны						Высота / диаметр (15 лет)	
	2 года	4 года	6 лет	10 лет	15 лет	2 года	4 года	6 лет	10 лет	15 лет				
Сорт:														
‘Bluecrop’ (st)	0,4±0,0	1,0±0,2	1,1±0,1	1,4±0,1	1,6±0,1	0,3±0,0	0,6±0,1	0,9±0,0	1,3±0,2	1,5±0,1	1,0±0,1			
‘Bluejay’	0,3±0,0*	0,6±0,2*	1,1±0,1	1,3±0,1	1,5±0,0	0,2±0,0*	0,6±0,1	0,9±0,0	1,1±0,1*	1,4±0,0	1,0±0,0			
‘Bonifacy’	0,4±0,1	0,7±0,2*	1,0±0,1	1,4±0,1	1,5±0,1	0,3±0,1	0,6±0,1	0,7±0,1*	1,1±0,1*	1,1±0,1*	1,4±0,1*			
‘Bonus’	0,4±0,1	0,5±0,1*	0,9±0,1*	1,1±0,2*	1,2±0,1*	0,5±0,0*	0,6±0,1	0,9±0,1	1,2±0,2	1,3±0,1*	1,0±0,1			
‘Brigitta Blue’	0,2±0,0*	0,6±0,1*	1,0±0,1	1,5±0,1	1,6±0,1	0,1±0,0*	0,5±0,1	0,8±0,1	1,3±0,1	1,5±0,1	1,1±0,0			
‘Collins’	0,4±0,0	0,8±0,1	1,2±0,1	1,6±0,1*	1,6±0,0	0,3±0,0	0,8±0,1*	1,2±0,1*	1,5±0,1	1,5±0,1	1,1±0,1			
‘Chandler’	0,4±0,0	0,6±0,1*	1,1±0,1	1,4±0,1	1,7±0,1	0,3±0,0	0,5±0,2	0,8±0,1	1,5±0,2	1,3±0,1*	1,3±0,1*			
‘Chanticleer’	0,4±0,1	0,9±0,1	1,1±0,1	1,4±0,0	1,7±0,1	0,4±0,0*	0,9±0,1*	1,1±0,0*	1,5±0,1	1,5±0,1	1,2±0,0			
‘Denise Blue’	0,2±0,0*	0,7±0,1*	1,1±0,0	1,2±0,1	1,4±0,1*	0,2±0,0*	0,7±0,1	0,9±0,1	1,1±0,1*	1,5±0,1	1,0±0,1			
‘Goldtraube’	0,5±0,1	1,0±0,1	1,4±0,1*	1,7±0,1*	1,8±0,1*	0,5±0,1*	0,9±0,1*	1,1±0,1*	1,6±0,1*	1,7±0,1	1,1±0,1			
‘Nui’	0,2±0,0*	0,5±0,0*	0,8±0,1*	1,0±0,1*	1,1±0,1*	0,2±0,1*	0,6±0,0	0,8±0,1	1,0±0,1*	1,3±0,1*	0,8±0,1*			
‘Puru’	0,2±0,0*	0,6±0,1*	0,7±0,1*	0,9±0,1*	1,2±0,1*	0,2±0,0*	0,5±0,1	0,6±0,1*	0,8±0,1*	1,1±0,1*	1,1±0,1			
‘Putte’	0,3±0,0	0,6±0,1*	0,9±0,1*	0,9±0,1*	1,0±0,1*	0,4±0,1*	0,8±0,2*	1,0±0,2	1,2±0,1	1,2±0,1*	0,8±0,1*			
‘Spartan’	0,1±0,0*	0,6±0,0*	0,9±0,1*	1,2±0,1*	1,6±0,1	0,1±0,0*	0,4±0,1	0,7±0,1*	1,0±0,1*	1,4±0,1*	1,2±0,0			
‘Sunrise’	0,3±0,1	0,8±0,1	1,0±0,1	1,3±0,1	1,5±0,1	0,2±0,0*	0,7±0,0	1,1±0,1	1,4±0,1	1,4±0,1	1,1±0,1			
‘Toto’	0,3±0,1*	0,5±0,1*	0,8±0,1*	1,0±0,1*	1,2±0,1*	0,2±0,0	0,5±0,1	0,7±0,1*	1,0±0,1*	1,2±0,1*	1,0±0,1			
Среднее	0,3±0,1	0,7±0,1	1,0±0,1	1,3±0,2	1,4±0,2	0,3±0,1	0,6±0,1	0,9±0,1	1,2±0,2	1,4±0,1	1,1±0,1			
НСР_{0,05}	0,09	0,21	0,18	0,19	0,16	0,08	0,21	0,17	0,22	0,16	0,15			

* Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия со стандартным сортом при $p > 0,05$.

Сорта голубики разнятся не только формой кроны, но и ее структурой и густотой. Структура кроны голубики, как правило, зависит от направления роста скелетных ветвей, обусловленного степенью отклонения побегов формирования от центра к периферии. Так, сорта голубики высокорослой австралийской селекции 'Brigitta Blue' и 'Denise Blue' обладают компактной кроной с вертикально направленными побегами формирования. Для сортов голубики 'Collins', 'Nui', 'Sunrise' и 'Putte' характерна раскидистая структура кроны, обусловленная значительным отгибанием побегов формирования и образующихся на их основе скелетных ветвей от центра кроны к периферии.

Густота кроны растений голубики определяется числом образующихся побегов формирования и ветвления. Сорта с достаточно большим числом побегов формируют густую крону – 'Brigitta Blue', 'Collins', 'Denise Blue', 'Goldtraube', 'Putte', 'Sunrise'. И наоборот, сорта голубики, растения которых образуют небольшое число побегов формирования, характеризуются среднерыхлой кроной – 'Bonifacy', 'Bonus', 'Chandler', 'Puru', 'Spartan' и 'Togo'. Слаборыхлая крона характерна для сортов 'Bluecrop', 'Bluejay', 'Chanticleer', 'Nui', которые отличаются умеренным количеством всех типов побегов.

Растения большинства исследуемых сортов голубики в условиях Беларуси к

15-летнему возрасту достигли высоты 1,5 м и более, что характерно для голубики высокорослой, которая, согласно литературным данным [3; 4], формирует растения высотой до 1,5–2,5 м. Исключением являются сорта голубики высокорослой 'Nui', 'Puru', 'Bonus' и 'Togo', высота которых в условиях пункта интродукции составила 1,1–1,2 м. Растения низкорослого сорта 'Putte' в условиях Беларуси к 15-летнему возрасту достигают средней высоты 1,0 м. Следует отметить, что темпы нарастания растений данного сорта в высоту в последние годы значительно замедлились (прирост за 5 лет – 0,1 м), что свидетельствует о достижении максимального показателя высоты кроны.

Растения интродуцированных сортов голубики высокорослой и низкорослой в условиях Беларуси сохраняют свою собственную им жизненную форму. Средняя высота растений голубики высокорослой в зависимости от сорта к 15-летнему возрасту составила от 1,1 ('Nui') до 1,8 м ('Goldtraube') при диаметре кроны от 1,1 ('Puru', 'Bonifacy') до 1,7 м ('Goldtraube'), голубики низкорослой ('Putte') – 1,0×1,2 м. Генетически детерминированные биометрические параметры растений в условиях пункта интродукции реализуются в полной мере у большинства сортов голубики высокорослой к 15-летнему возрасту лишь у сортов голубики 'Nui', 'Puru', 'Bonus' и 'Togo' в новых условиях отмечается слабая сила роста.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Рос. акад. сельскохоз. наук; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцевой. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
2. Дрозд, О. В. Плодоношение новых сортов голубики, интродуцированных в Беларуси / О. В. Дрозд // Экспериментальная биология и биотехнология, 2023. – № 1. – С. 65–76.
3. Горбунов, А. Б. Голубика / А. Б. Горбунов, Т. И. Снакина // Помология : том V / под ред. Л. А. Грюнер. – Орел: ВНИИСПК. – 2014. – С. 288–292.
4. Павловский, Н. Б. Систематическое положение и классификация сортов голубики секции *Syanococcus* / Н. Б. Павловский // Плодоводство: науч. тр. – 2013. – Т. 25. – С. 533–543.

ИНОКУЛЯЦИЯ АДАПТАНТОВ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ МИКРОБНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ: ВЛИЯНИЕ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВЕГЕТАТИВНОЙ СФЕРЫ

С. П. Зимич¹, А. П. Яковлев¹, Ю. И. Ботяновская², А. А. Костюков²

¹ ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

² КФХ «Ягодка», п. Зеленый Бор, Республика Беларусь

Метод микроклонального размножения растений отличается высокой степенью эффективности и скоростью тиражирования, в результате которого получается однородный безвирусный посадочный материал. Однако исследователи отмечают, что на этапе адаптации культивирование микросаженцев (особенно древесных) является критичным, в результате чего может происходить массовая гибель растений [2; 4]. На сегодняшний день большинство производителей, использующих данный биотехнологический подход, активно внедряют метод биотизации, заключающийся в применении инокулюма симбиотических бактерий (бактеризация) и грибов (микоризация) при микроразмножении [5; 7]. Выявлена положительная роль симбиотических микроорганизмов, увеличивающая устойчивость, морфометрические показатели и приживаемость растений [6].

Микробный препарат МаКлоР, разработанный институтом Микробиологии НАН Беларуси, уже зарекомендовал себя в культивировании микроклональных саженцев голубики на стадии их адаптации [1; 3]. При этом на стадии адаптации и последующего доращивания микросаженцев голубики на поверхности субстрата наблюдается активное развитие плесневых грибов, приводящие к торможению ростовых

процессов культурных растений и даже их гибели. С этой целью был заложен опыт с использованием двух микробных препаратов: МаКлоР (азотфиксирующие бактерии и грибы-микоризообразователи для стимуляции роста и развития растения) и Фунгилекс (на основе гриба-антагониста *Trichoderma sp.* для подавления плесневых грибов) в ходе которого фиксировали случаи появления плесневых грибов на поверхности торфяного субстрата, а также изучали морфометрические показатели микроклональных черенков голубики высокорослой на стадии адаптации в закрытом грунте.

Схема опыта включала три варианта: 1) контроль (без обработки); 2) обмакивание адаптантов раствором МаКлоР с грибами-микоризообразователями (концентрация – 50 %); 3) совместное обмакивание МаКлоР с грибами-микоризообразователями (концентрация – 50 %) и Фунгилексом (концентрация – 1 %). Последующие обработки проводили путем полива на стадии адаптации *ex vitro* через 1,5; 4 и 6 месяцев после пересадки с одновременным отбором образцов. Вели учет длины и массы надземной части и корневой системы, рассчитывали площадь листовой поверхности и степень ветвления побегов у адаптантов. Площадь листовой пластинки определяли с помощью про-

граммы WCIF ImageJ [8]. Статистическая обработка экспериментального материала проводилась с использованием пакета анализа данных MS Office Excel.

Уже через 1,5 месяца после обработки адаптантов микробными препаратами и пересадкой в микроплаты наблюдался положительный эффект. Даже визуальная оценка (рисунок 1) показывает, что корневая система у адаптантов голубики высокорослой при обработке микробными препаратами была более массивной и ветвистой по сравнению с контролем. Статистический анализ показал, что в варианте с обработкой МаКлоРом масса корневой системы была выше конт-

рольного варианта на 135 %, а использование совместной обработки МаКлоРа с Фунгилексом – на 29 %. Увеличивалась относительно контроля и длина корневой системы как при обработке МаКлоРом, так и совместно с Фунгилексом на 7 и 3 % соответственно. Следует заметить, что именно на начальном этапе адаптации после обработки микробными препаратами корневая система была более развитой по сравнению с контролем. Степень развития корневой системы, длина корешков адаптантов голубики через 3, 4 и 6 месяцев в вариантах с обработкой препаратами также превышала контроль, но была выражена не столь ощутимо.



Рисунок 1 – Корневая система адаптантов голубики высокорослой при обработке микробными препаратами (1,5 месяца):
a – контроль (без обработки); *б* – МаКлоР; *в* – МаКлоР+Фунгилекс

Различия наблюдались и по показателям развития надземной части адаптантов по вариантам опыта. Масса надземной части голубики через 1,5 месяца после обработки была выше в 2 раза в варианте с МаКлоРом и в 1,5 раза в варианте с МаКлоРом и Фунгилексом по сравнению с контролем. Такой эффект достигался за счет увеличения количества листьев на побеге и их размерных показателей (рисунок 2). Установлено, что через 1,5 месяца после обработки и пересадки в микроплаты количество листьев в варианте с использованием МаКлоР превышало контроль на 55 %, а с ис-

пользованием МаКлоР и Фунгилекс – на 11 %.

Обращает на себя внимание, что в вариантах с обработкой микробными препаратами после 3 месяцев наблюдалось увеличение ветвления побегов у адаптантов. Изучаемый показатель превышал в 2,5–3,1 раза аналогичную характеристику у голубики контрольного варианта, а масса и длина надземной части в варианте с использованием микробного препарата МаКлоР превышала контроль на 35 и 6 % соответственно с превышением количества листьев в данном варианте в 1,5 раза по сравнению с первым вариантом опыта.

a*б*

Рисунок 2 – Адаптанты голубики высокорослой при обработке микробным препаратом (1,5 месяца):

a – контроль (без обработки); *б* – МаКлоР

В связи с активным нарастанием надземной фитомассы адаптантов голубики именно в этот период наблюдались немногочисленные случаи появления плесневых грибков на поверхности торфяного субстрата как в контрольном варианте опыта, так и в вариантах с обработками микробными препаратами. Однако значимого положительного эффекта от применения препарата Фунгилекс нами выявлено не было.

После 3 месяцев исследований надземный прирост адаптантов с целью увеличения степени ветвления побегов и активизации ростовой функции произведена обрезка на одинаковую высоту, а ровно через 1 месяц, т. е. после 4 месяцев с момента закладки эксперимента закладки проанализировали величину текущего прироста надземной части адаптантов голубики. Установлено, что микробный препарат МаКлоР увеличивал прирост надземной части на 12 % по сравнению

с необработанным вариантом. При использовании двух микробных препаратов совместно положительного эффекта в приросте побегов за месяц не наблюдалось.

По истечении 6 месяцев от закладки опыта длина и масса надземной части адаптантов голубики была выше в варианте с применением двух микробных препаратов относительно остальных вариантов опыта и составляли 110 % и 120 % соответственно, а площадь листовой пластинки в варианте с использованием МаКлоР и Фунгилекс превышала контроль в 1,5 раза (рисунок 3).

Еще одним положительным моментом при обработке микробными препаратами и после 6 месяцев доращивания относительно контроля, на наш взгляд, следует рассматривать наблюдавшееся одревеснение побегов растений, свидетельствующее о готовности его посадки в открытый грунт.



Рисунок 3 – Адаптанты голубики высокорослой в эксперименте (6 мес.)

Таким образом, на протяжении всего эксперимента был выявлен положительный эффект использования микробных препаратов на морфометрические показатели адаптантов голубики. На начальном этапе адаптации лучшим вариантом был выявлен вариант с использованием только МаКлоРа, однако после обрезки надземной части и до 6 месяцев от момента закладки опыта более эффективным стал

вариант с совместным использованием МаКлоРа и Фунгилекса, несмотря на отсутствие выявленных закономерностей в подавлении развития плесени на поверхности торфа от применения противогрибкового препарата. Полагаем, что микробные препараты МаКлоР и Фунгилекс можно рекомендовать для тиражирования посадочного материала, а также при возделывании голубики в культуре.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаптация микроклонального размноженных древесно-кустарниковых видов рода *Vaccinium* с использованием микроорганизмов / С. П. Антохина [и др.] // Международная научно-практическая конференции «Клеточная биология и биотехнология растений», 13–15 февраля 2013 г., Минск. – Минск, 2013. – С. 201.
2. Дунаева, С. Е. Бактериальные микроорганизмы, ассоциирование с тканями растений в культуре *in vitro*: идентификация и возможная роль (обзор) / С. Е. Дунаева, Ю. С. Оследкин // Сельскохозяйственная биология – 2015. – Т. 50, № 1. – С. 3–15.
3. Подбор композиционного состава микробного препарата для укоренения микроклональных растений древесно-кустарниковых видов рода *Vaccinium* / Л. Е. Картыжова [и др.] // Международный конгресс «Биотехнология – состояние и перспективы развития», Москва, март, 2013 г. – М., 2013. – С. 13–14.
4. Эндوفитные микроорганизмы как промоутеры роста растений в культуре *in vitro* (обзор) / Л. С. Самарина [и др.] // Сельскохозяйственная биология – 2017. – Т. 52, № 5. – С. 917–927.

5. Яблонская, М. И. Биотизация растений *in vitro* / М. И. Яблонская, М. С. Гинс, М. А. Молчанова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство – 2016. – № 1. – С. 15–20.

6. Jansa, J. In vitro and post vitro inoculation of micropropagated Rhododendrons with ericoid mycorrhizal fungi / J. Jansa, M. Vosatka // Appl. Soil Ecol. – 2000. – Vol. 15. – P. 125–136.

7. Nowak, J. Benefits of in vitro «biotization» of plant tissue cultures with microbial inoculants / J. Nowak // In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant. – 1998. – Vol. 34. – P. 122–130.

8. WCIF ImageJ // Программное обеспечение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://soft.mydiv.net/win/download-ImageJ.html>. – Дата доступа: 07.02.2023.

ЧЕТЫРЕ РЫНКА ЯГОД РОССИИ

И. Ю. Козий

Ягодный Союз России, г. Москва, Российская Федерация

Ситуацию на российском рынке ягод по-прежнему определяют импортные поставки. В 2021 году эта зависимость от иностранной продукции увеличилась по сравнению с предыдущими сезонами. Что это значит для российских производителей ягод?

Во-первых, в условиях преобладания импортной продукции именно привезенная из других стран ягода определяет базовую цену этой продукции в России. Например, неурожай малины в Сербии и Польше в 2021 году обусловил резкий рост стоимости малины в России, несмотря на некоторый прирост производства этой ягоды в российских хозяйствах по сравнению с 2020 годом.

Во-вторых, основными конкурентами для российских ягодоводческих хозяйств выступают иностранные производители, совпадающие с этими хозяйствами по сезону поставок. Так, урожай и возможности поставки земляники садовой из Турции имеют большее влияние на возможности сбыта этой ягоды производителями южных регионов России, а объемы и качество урожая в Польше, Беларуси и Украине определяют то, как сложатся продажи в хозяйствах центральной полосы страны. Тепличным же комплексам, развивающим производство ягод в зимний период, в большей степени приходится оглядываться не на соседние теплицы, а на объемы, цены и качество продукции, поставляемой из Египта, Марокко, а также на развитие тепличного выращивания ягод в Турции, Азербайджане

и Армении, поставки тепличной земляники из которых быстро растут.

В-третьих, именно импортная ягода задает основные стандарты качества при приемке продукции розничными сетями. Несмотря на то что ретейлеры пока готовы идти навстречу российским производителям, основные подходы к реализации ягод сетями все же ориентированы на свойства иностранной продукции – более лежкие сорта, технология сбора урожая и упаковки, обеспечивающие длительный срок хранения и т. д.

Это также означает, что успех реализации ягод российскими производителями во многом зависит от возможности выделить собственную продукцию среди импортных аналогов при позиционировании на рынке. Вкус и аромат ягод, собранных почти на пике спелости, а не на стадии технической зрелости для длительной транспортировки, четкое обозначение продукции как фермерской или региональной, упаковка и этикетка, подчеркивающие местное происхождение продукции, обеспечивают возможность продавать ягоду по цене, намного превышающей стоимость реализации ягод, привезенных из других стран. Однако внедрение маркетинговых решений при организации продаж ягод требует финансовых затрат, времени и дополнительных рабочих рук, поэтому такой путь доступен не всем. В итоге реализация большей части российских ягод напрямую зависит от картины на рынке импортной продукции.

Тенденции сезона 2021. На момент подготовки материала исследования данные от Федеральной службы государственной статистики по площадям выращивания и объему урожая ягод в России в 2021 году еще не доступны. Однако ряд выводов можно сделать на основании данных за 2020 год с поправкой на основные тренды предыдущего сезона. С учетом сложностей с привлечением сезонных рабочих, неидеальных погодных условий (дождливое начало сезона и засуха в конце лета в большинстве регионов выращивания), ростом стоимости закладки новых насаждений и ухода за уже существующими можно предположить, что производство ягод в 2021 году сохранялось примерно на уровне двух предыдущих лет – 18–20 тыс. т в год (18,6 тыс. т в 2020 г., 18,7 тыс. т в 2019 г., по данным Росстата). Одновременно мы наблюдали изменение долей производства между основными ягодными культурами. Сокращались объемы выращивания земляники садовой (на данный момент около 50–55 % в общем объеме), требующей наибольших затрат ручного труда, при этом росли площади насаждений и объем урожая таких культур, как голубика (около 5 %), смородина (10–11 %), малина (12–14 %), облепиха (10–12 %) и даже черноплодная рябина. При выращивании ягодных кустарников российские производители все шире внедряли уборочные комбайны и иные средства механизации труда, позволяющие уменьшать зависимость от сезонной

рабочей силы. В сфере выращивания таких культур, как земляника, малина, голубика, реализуемых в розничные сети, расширялось применение туннелей и малообъемной технологии, обеспечивающих стабильность качества продукции и минимизирующих влияние погодных условий.

Рост импортных поставок ягод в Россию.

Рост спроса на ягоды у потребителей, расширение продвижения этой продукции сетевой розницей, хороший урожай во многих странах-производителях и постепенное развитие каналов поставок ягод в обход контрсанкций привели к значительному (на 41 %, или на 23 тыс. т к предыдущему году) росту импорта ягодной продукции (таблица 1) в сезоне 2021. Основной прирост импорта в 2021 году был обусловлен резко возросшими на фоне хорошего урожая и снижения курса турецкой лиры к рублю поставками земляники из Турции (30,2 тыс. т, +94 % в 2021 г. к 2020 г.) Свою роль сыграли восстановление поставок этой ягоды из стран Южной Европы через Беларусь (13,5 тыс. т, +29 %) и Молдову (2,8 тыс. т, +9 %), а также рост производства и отгрузок качественной земляники, востребованной российскими ретейлерами, из Азербайджана (4,8 тыс. т, +116 %) и Армении (1,6 тыс. т, +6 %). Поставки из Египта увеличились незначительно (1,8 тыс. т, +4 %). Импорт земляники через Сербию немного сократился (6,9 тыс. т, –5 %). Поставки из Египта остались примерно на прежнем уровне (1,8 тыс. т, +4 %).

Таблица 1 – Импорт ягод в Россию в 2019–2021 гг., т

Культура	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Земляника	43886,96	43366,32	64214,13
Голубика, клюква, черника	7053,56	8827,24	10674,52
Малина	2305,17	2529,64	2576,18
Ежевика	1007,01	796,13	749,36
Смородина черная	3002,89	123,8	383,79
Смородина красная	227,38	222,47	346,32
Крыжовник	39,99	94,18	60,99
Брусника	197,48	0	0
Итого	57720,44	55959,78	79005,29

Значительно выросло потребление и увеличились импортные поставки голубики. Поставки в Россию этой ягоды более чем удвоились за четыре года (с 4606 т в 2018 г. до 10675 тыс. т в 2021 г.). Только за 2021 год рост поставок составил 21 %.

Спрос на голубику на российском рынке столь существенно вырос благодаря расширению востребованности этой ягоды в сетевой рознице. Длительный срок хранения, удобство при упаковке, привлекательность для потребителей и круглогодичная доступность голубики сделали ее продуктом, отлично вписывающимся в концепцию крупного ретейла. Рост импорта происходил одновременно с увеличением объема производства голубики в России. Несмотря на то что предыдущие три года можно назвать периодом пика в закладке российских насаждений этой ягоды, доля местной продукции в этом сегменте все еще не превышает 10 %.

Ключевыми поставщиками импортной голубики на российский рынок были Перу (3,5 тыс. т, +34 %), Марокко (2,3 тыс. т, +18 %), Беларусь и другие европейские страны, поставляющие через нее продукцию, (1,7 тыс. т, +43 %), Чили (1,3 тыс. т, +26 %), Грузия (850 т, +37 %).

Изменения в объемах поставок малины оказались незначительными (+2 % до 2,6 тыс. т). Рост интереса покупателей был нивелирован увеличившимися мировыми ценами в связи с сокращением производства этой ягоды в Европе. Изучая рынок импортной малины в России, необходимо отметить расширение географии поставок и рост долей стран, которые обеспечивают отгрузки малины с длительным сроком хранения и на протяжении максимально длинного сезона, т. е. поставляют максимально подходящую для сетевой розницы продукцию. К таким странам можно отнести Марокко (829 т, +11 %) и Мексику (769 т, -11 %). Поставки малины из стран Восточной Европы – Польши и Молдо-

вы – сократились (458 т, -36 %). Часть из них была переориентирована на белорусское направление импорта (220 т, +77 %), но общая сумма поставок в данном направлении все же не достигла объемов предыдущего года. При очень маленьких стартовых объемах быстро рос импорт малины из Азербайджана (162 т, +1661 %, или в 17,6 раза), Кыргызстана (96 т, +180 %) и Армении (21 т, +257 %).

Каналы сбыта ягод и рынки, которые они формируют. Ориентация как импортных поставок, так и проектов по выращиванию ягод под конкретные каналы реализации продукции становится одним из наиболее заметных трендов последних лет. Четыре основных канала реализации ягод, на данный момент находящиеся на разных стадиях развития, имеют свои требования к продукции и поставщикам, формируя практически изолированные рынки ягодной продукции.

Открытые рынки. Продажа ягод через открытые рынки или посредникам, поставляющим ягоды на такие рынки, является наиболее традиционным каналом реализации продукции, история развития которого насчитывает многие десятилетия. Требования к качеству и упаковке продукции здесь самые низкие, длительные сроки хранения ягод не являются необходимостью, но самой низкой является и цена реализации. В этом канале сбыта российская ягода часто напрямую конкурирует с импортной продукцией из Турции, Польши, Беларуси, Украины. При этом, учитывая произвольное указание страны происхождения продавцами на рынках, в основе конкуренции обычно лежит цена.

Некоторым хозяйствам удастся найти свое место на открытом рынке, выделив собственную продукцию за счет спелости, вкуса, аромата, привлекательной упаковки, сформированного бренда, и продавая ее по более высокой цене. Однако такие решения почти не работают при реализа-

ции через посредников и в целом встречаются нечасто.

Прямые продажи покупателям. Прямые продажи начинали развиваться как реализация ягод непосредственно в хозяйстве, куда за выращенной на месте продукцией приезжали покупатели. Такой формат лучше всего работает для хозяйств, расположенных поблизости от населенных пунктов или дачных массивов. Реализация ягод непосредственно конечным потребителям дает возможность обеспечивать более высокое качество продукции, поставляемой по кратчайшему пути «с грядки на стол» без дополнительных затрат, и продавать такую «фермерскую» ягоду по более высокой цене.

Хозяйства, расположенные на некотором удалении от мест проживания или путей перемещения покупателей, в последнее время очень эффективно организуют сбор заказов на доставку «фермерской» ягоды через социальные сети, отправляя машину к месту выдачи заранее собранных заказов несколько раз в неделю.

Как правило, прямые покупатели ягод, достаточно мотивированные, чтобы заехать в хозяйство или разместить, а потом в назначенное время забрать заказ, воспринимают местное происхождение и вкус полностью созревшей ягоды как значимое конкурентное преимущество по сравнению с импортной или привезенной издалека продукцией.

Основные минусы этого канала реализации – трудоемкость, так как на общение с каждым покупателем тратится много времени, а также небольшие объемы продаж. Такой формат сбыта продукции лучше подходит небольшим хозяйствам, площадью до 5–7 га, а в остальных случаях может служить дополнением для других каналов сбыта.

Розничные сети. Поставки российской ягоды для реализации в розничных сетях – относительно новое направление сбыта ягодной продукции. Формирование

этого канала началось примерно 4–5 лет назад, хотя отдельные производители ягод наладили сотрудничество с федеральными ретейлерами несколько раньше.

Работа с розничными сетями может обеспечивать стабильную достаточно высокую цену и прогнозируемый объем сбыта ягод. Продажи через распределительные центры крупных сетей позволяют одновременно реализовывать крупные партии продукции.

Недостатки этого канала реализации являются продолжением его достоинств. Предсказуемость и стабильность качества, объема и ритма поставок ягод – основное требование розничных сетей. Именно поэтому те хозяйства, которые ориентируются на данный канал сбыта, как правило, приходят к необходимости выращивания ягод в туннелях, защищающих урожай от капризов погоды. При выращивании в открытом грунте необходимо является мульчирование пленкой или агрополотном, так как загрязнение ягод землей или соломой недопустимо. В дополнение к этому сети требуют ведения документооборота в заданном формате и настаивают на определенном виде и размере упаковки ягод. Отдельную сложность представляет требование к срокам хранения ягод без потерь внешнего вида и товарного качества – от 4–5 дней и более.

Основную конкуренцию российской ягоде в розничных сетях составляют поставки импортной продукции достаточно высокого ценового сегмента. Поскольку поставки ягод для реализации в розничных сетях уже давно и тщательно отлажены производителями Европы, США и тех стран, которые традиционно экспортируют свою продукцию на западные рынки (Мексика, Перу, Чили, Марокко, ЮАР и др.), выигрывать конкуренцию в этом сегменте приходится, внедряя в хозяйстве жесткие требования к качеству, лежкости ягод, упаковке. В условиях высокой себестоимости выращивания и столь остро в

2020–2021 гг. стоящей проблеме сезонных рабочих рук сделать это непросто, поэтому большая часть ягод для полок сетевых магазинов все еще импортируется. Пожалуй, наиболее широко российская ягода была представлена в сетевой рознице России в 2019 году, затем на фоне противоэпидемиологических ограничений на въезд иностранных рабочих сотрудничество ретейлеров и производителей ягод в России несколько сократилось. Однако развитие новых проектов по выращиванию ягод в туннелях обещает дальнейшее развитие этого направления.

Перерабатывающая промышленность.

Реализация ягод в качестве сырья для производителей продуктов питания является самым молодым каналом сбыта ягодной продукции в России. Отдельные хозяйства в ряде случаев продают свою продукцию для переработки, однако на данный момент таких хозяйств немного, а случаи редки. Основной объем технической ягоды на российском рынке представлен импортной продукцией. При этом в 2021 году импорт только замороженных ягод в Россию вырос на 16 % и превысил 63 тыс. т (таблица 2).

Таблица 2 – Импорт в Россию замороженных ягод в 2019–2021 гг., т

Продукция	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Земляника мороженая	26119,22	26740,66	33822,53
Малина мороженая	11721,69	11417,19	9264,18
Смородина черная мороженая	13437,16	8942,85	10377,67
Смородина красная мороженая	468,66	647,59	1641,81
Ежевика и шелковица мороженые	2949,06	2356,92	1502,93
Голубика и черника мороженые	3128,91	3573,86	5513,6
Малина, ежевика, шелковица, смородина, крыжовник мороженые	722,8	726,76	1004,97
Итого	58547,5	54405,83	63127,69

Основной объем поставок (почти 34 тыс. т) пришелся на землянику, ключевыми поставщиками которой для российских предприятий являются Египет (31,5 тыс. т, +31 % в 2021 г.) и Китай (1,7 тыс. т, –9 %). По сравнению с 2021 годом импорт мороженой земляники вырос на 26 %, что стало продолжением устойчивой тенденции роста предыдущих лет.

Второй по значимости в импортных поставках (10,4 тыс. т, +16 %) в 2021 году была мороженая черная смородина, основной объем поставок которой шел через Беларусь (10 тыс. т, +15 %)

Поставки мороженой малины, наоборот, в натуральном выражении сократились на 19 % до 9,3 тыс. т на фоне резкого (на 64 %) роста цены на данный вид продукции. Основными поставщиками

были Китай (3,5 тыс. т, –36 %), Беларусь (2,9 тыс. т, –21 %) и Сербия (1,9 тыс. т, –7 %) или другие европейские производители, отправляющие свою продукцию через эти страны.

Следующим по значимости на российском рынке видом замороженных ягод являются голубика и черника. В 2021 году их импорт достиг 5,5 тыс. т, добавив 54 % к объему предыдущего года. Наиболее значимые объемы поставок шли через Беларусь (4,3 тыс. т, +39 %), из ЮАР (719 т, +180 %) и Китая (416 т, +310 %).

Самым заметным – более чем в два с половиной раза (+154 %, до 1642 т) – был рост поставок мороженой красной смородины, спрос на которую хотя и не столь велик, как на землянику, малину или смородину, но ежегодно растет

высокими темпами. Почти весь объем поставок этой ягоды шел через Беларусь (1621 т, +158 %).

В замороженном виде в Россию также поставлялись ежевика и шелковица — 1503 т (в основном из Сербии и Китая) в 2021 году, а также другие ягоды (1005 т из Беларуси и Сербии).

Существенный объем поставок замороженных ягод, сравнимый с импортом свежей ягодной продукции, демонстрирует значимые перспективы для развития российского ягодоводства в данном направлении. Однако на данный момент в нашей стране очень мало хозяйств, ориентированных на выращивание технической ягоды, использующих соответствующие сорта и технологии возделывания, а также имеющих необходимое оборудование.

Организация сбыта на переработку неподходящей для реализации в свежем виде ягоды ограничивается небольшим

объемом каждой конкретной партии и большими расстояниями между ягодоводческими хозяйствами, не позволяющими выстроить эффективный сбор таких партий продукции для переработки.

Тем не менее в последние 2–3 года появляется все больше примеров успешного сотрудничества производителей ягод с предприятиями перерабатывающей промышленности, в хозяйствах внедряется оборудование для замораживания или сушки плодов. Для хозяйств, осуществляющих заморозку малины, 2021 год продемонстрировал высокую привлекательность данного направления. По мере накопления опыта и успешных кейсов в данной области, а также более подробного изучения методов, ориентированных на техническую ягоду хозяйств из Польши, Сербии, Китая, Мексики, Египта и других стран, данное направление реализации ягод будет расширяться и совершенствоваться.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С СОРНЫМИ РАСТЕНИЯМИ В НАСАЖДЕНИЯХ КЛЮКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ

**Е. А. Колодко, Н. Б. Павловский, А. В. Ральцевич,
О. В. Дрозд, А. Г. Павловская**

*ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Культивирование клюквы крупноплодной на промышленной основе предусматривает выполнение ряда агротехнических мероприятий. Одним из наиболее трудоемких приемов является борьба с сорными растениями. Основные биологические особенности сорняков, затрудняющие борьбу с ними: высокая плодовитость, легкая осыпаемость семян, способность отрастать от небольших отрезков корневищ и корневых отпрысков. Сорные растения способствуют распространению болезней, ослабляют фотосинтез, выносят из почвы большое количество питательных веществ, что приводит к снижению урожая и увеличению затрат по уходу за культурой [1].

Основным методом в борьбе с сорной растительностью является механическая обработка почвы. Данный метод не может быть использован при возделывании клюквы крупноплодной, так как насаждения клюквы представляют собой сплошной напочвенный покров. В данном случае для защиты культивируемых растений интерес представляет химический способ борьбы с сорными растениями.

Цель исследования — оценка биологической эффективности гербицидов «Касарон», «Лазурит», «Лонтрел 300»,

«Террсан» и «Франкорн» в насаждениях клюквы крупноплодной.

Исследование проводилось в отраслевой лаборатории интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений ЦБС НАН Беларуси, расположенной в Ганцевичском районе Брестской области (N52°74', E 26°38').

Объектом исследования являлись опытно-производственные насаждения клюквы крупноплодной сорта 'Stevens'. Почва в насаждениях клюквы торфяно-болотная; торф верхового типа, средне-разложившийся. Размер опытной делянки — 2,0×1,5 м. Повторность двукратная.

В качестве химических средств защиты насаждений клюквы крупноплодной от сорной растительности использовали гербициды: «Касарон», «Лонтрел 300», «Лазурит», «Террсан» и «Франкорн» (таблица 1).

Число и проективное покрытие сорных растений учитывали по видам. Для установления видового состава использовали атлас и определители растений [2–4]. Для определения средних значений длины и ширины листовой пластинки отбирали по 20 листьев со стелющихся и прямостоячих побегов каждого сорта. Побеги классифицировали согласно методичес-

ким указаниям М. Т. Мазуренко [5]. Площадь листовой пластинки определяли путем подсчета числа занимаемых квадратов на миллиметровой бумаге.

Статистическую обработку полученных данных выполняли с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel.

Таблица 1 – Характеристика гербицидов

Препарат	Действующее вещество	Норма расхода, л/га, кг/га
Касарон, Г	Дихлобенил, 67,5 г/кг	0,06
Лазурит, СП	Метрибузин, 700 г/кг	0,50
Лонтрел 300, ВР	Клопиралид, 300 г/л	0,50
Террсан, ВДГ	Сульфометурон-метила кислоты, 750 г/кг	0,12
Франкорн, КС	Мезотрион, 480 г/л	0,40

Сравнительный анализ полученных данных показывает, что применение гербицидов приводит к снижению засоренности насаждений клюквы крупноплодной. Наибольший положительный эффект при использовании химических средств защиты в борьбе с сорными растениями получен

при использовании гербицида «Касарон». Так, проективное покрытие сорной растительностью посадок клюквы при применении этого препарата составило 5 %, что в 19,0 раз ниже по сравнению с контролем (95 %), число сорняков уменьшилось в 86,0 раз – с 430 до 5 шт. (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние внесения гербицидов на проективное покрытие сорными растениями насаждений клюквы крупноплодной

Вариант опыта	Проективное покрытие, %	Сорные растения, шт.		
		малолетние двудольные	многолетние корнеотпрысковые	Всего
Контроль	95	400	30	430
Касарон	5	4	1	5
Лазурит	40	40	6	46
Лонтрел 300	48	99	1	100
Террсан	53	157	10	167
Франкорн	30	41	8	49

Снижение проективного покрытия сорными растениями посадок клюквы крупноплодной в 3,2 и 2,4 раза по сравнению с контрольным вариантом отмечено при использовании гербицидов «Франкорн» и «Лазурит» соответственно. Применение гербицидов «Лонтрел 300» и «Террсан» оказало слабое влияние на рост сорных растений в посадках клюквы. Так, проективное покрытие сорными растениями при применении данного препарата уменьшилось лишь в 2,0 и 1,8 раза и

составило 48 и 53 %, число сорняков – в 2,5 и 4,3 раза соответственно.

Следует отметить, что применение химических гербицидов также оказывает угнетающее действие различной интенсивности на культивируемые растения клюквы крупноплодной. В зависимости от используемого гербицида площадь листовых пластинок на прямостоячих побегах клюквы уменьшилась в 1,1–1,3 раза, на стелющихся – в 1,3–2,0 раза (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние внесения гербицидов на биометрические показатели листовых пластинок клюквы крупноплодной

Тип побега	Длина, мм		Ширина, мм		Площадь, мм ²	
	$x \pm m_x$	V, %	$x \pm m_x$	V, %	$x \pm m_x$	V, %
Контроль						
Прямостоячий	12,0±0,5	7	5,5±0,3	10	48,2±2,6	8
Стелющийся	14,9±0,3	4	7,0±0,0	0	74,9±3,3	7
«Касарон»						
Прямостоячий	10,8±0,6	9	5,0±0,3	9	42,4±3,0	11
Стелющийся	13,5±0,3	4	5,5±0,3	10	56,5±3,1	8
«Лазурит»						
Прямостоячий	10,2±0,5	8	4,3±0,3	11	35,9±3,7	15
Стелющийся	10,9±0,5	8	4,3±0,4	16	38,5±4,8	19
«Лонтрел 300»						
Прямостоячий	10,2±0,5	8	4,5±0,3	12	36,5±4,7	20
Стелющийся	11,3±0,4	6	4,1±0,2	8	36,6±1,7	7
«Террсан»						
Прямостоячий	11,2±0,6	8	5,4±0,3	10	44,6±3,5	12
Стелющийся	11,7±0,4	6	4,9±0,2	6	43,1±3,3	12
«Франкорн»						
Прямостоячий	10,5±0,3	5	4,8±0,4	13	40,3±2,6	10
Стелющийся	13,0±0,3	4	5,3±0,3	9	55,3±4,3	12

Наименьшее влияние на рост и развитие культивируемых растений оказало использование гербицида «Касарон»: площадь листовых пластинок клюквы уменьшилась в зависимости от типа побега в 1,1–1,3 раза по сравнению с контролем. Слабовыраженное угнетающее действие на растения клюквы крупноплодной, при котором площадь листьев данной культуры уменьшилась в 1,2–1,4 раза, отмечено при использовании гербицида «Франкорн». Применение гербицидов «Лазурит» и «Лонтрел 300» привело к заметному угнетению роста культивируемых растений. Площадь листовых пластинок клюквы на прямостоячих побегах уменьшилась в 1,3 раза, на стелющихся – в 1,9 и 2,0 раза соответственно.

Наибольший положительный эффект при использовании химических средств защиты в борьбе с сорными растениями

в насаждениях клюквы крупноплодной получен при использовании гербицида «Касарон». Проективное покрытие сорной растительностью посадок клюквы при применении данного гербицида составило 5 %, что в 19,0 раз ниже, чем в контрольном варианте. При этом гербицид «Касарон» оказал наименьшее влияние на рост и развитие культивируемых растений. Использование гербицида «Франкорн» привело к снижению засоренности насаждений клюквы в 3,2 раза по сравнению с контрольным вариантом и оказало слабовыраженное угнетающее влияние на культивируемые растения. Применение гербицидов «Лазурит», «Лонтрел 300» и «Террсан» оказало менее выраженное угнетающее действие на рост сорной растительности и привело к заметному угнетению культивируемых растений клюквы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидорович, Е. А. Интродукция и опыт выращивания клюквы крупноплодной, голубики высокой и брусники / Е. А. Сидорович, Н. Н. Рубан, А. В. Шерстеникина. – Минск: БелНИИНТИ, 1991. – 52 с.
2. Мальцев, А. И. Атлас важнейших видов сорных растений СССР / А. И. Мальцев. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1937. – 168 с.
3. Определитель растений Белоруссии / Б. К. Шишкина [и др.]. – Минск: Вышэйш. шк., 1967. – 872 с.
4. Котт, С. А. Сорные растения и борьба с ними / С. А. Котт. – М.: Колос, 1969. – 200 с.
5. Мазуренко, М. Т. Вересковые кустарнички Дальнего Востока (структура и морфогенез) / М. Т. Мазуренко; отв. ред. А. П. Хохряков. – М.: Наука, 1982. – 184 с.

РЕГЕНЕРАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ СОРТОВ ЖИМОЛОСТИ СЪЕДОБНОЙ НА РАЗЛИЧНЫХ МОДИФИКАЦИЯХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД

Е. Н. Кутас, О. И. Махонина, А. В. Нехвядович,
И. И. Ластенко, В. Л. Филипеня

ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

Регенерация растений является узловым моментом во всей методологии культуры клеток и тканей. Без регенерации лишаются смысла исследования в культуре *in vitro*, поскольку завершающим этапом этих работ в конечном итоге является регенерация растений. По этой причине данной проблеме посвящено огромное количество публикаций, в которых излагаются результаты исследований авторов, полученные при изучении факторов, оказывающих влияние на этот процесс.

А. И. Сорока [1] изучала процессы регенерации двух гибридных генотипов льна масличного на питательных средах N₆ и LMA-1 при различных концентрациях 6-бензиламинопурина. Ею показано, что рост и развитие каллуса лучше происходят при концентрации в среде БАП 2 мг/л по сравнению с 4 и 6 мг/л. Регенерация побегов и корней наблюдалась лишь у генотипа F₁ 6–8-гнездный × M22 и не зависела от концентрации БАП в среде и от состава среды.

Л. В. Курениной с соавт. [2] проведены исследования процесса регенерации клевера лугового *Trifolium pratense* L. с целью получения растений-регенерантов. Авторами установлено, что оптимальными комбинациями фитогормонов в процессе

регенерации оказались: БАП – 4,0 мг/л, НУК – 0,1 мг/л, кинетин – 2,0 мг/л и БАП – 4,0 мг/л, НУК – 0,05 мг/л, кинетин – 1,0 мг/л для ряда сортов (ВИК-7, Ранний-2, Arlington, Алтын, К7-11, РП150).

Вопросу регенерации растений в культуре клеток и тканей посвящена обширная литература [3–13]. Однако сведений о регенерации в условиях *in vitro* изучаемых нами сортов не обнаружено.

Следовательно, изучение регенерационной способности интродуцированных сортов жимолости съедобной на различных модификациях питательных сред, позволит определить оптимальный состав питательной среды для протекания этого физиологического процесса в условиях *in vitro*.

Объектами исследования служили интродуцированные сорта жимолости съедобной: ‘Ленинградский великан’, ‘Ранняя’, ‘Лазурная’, ‘Камчадалка’.

Эксперименты были поставлены на трех типах питательных сред, представленных 12 различными модификациями (таблица 1). В качестве эксплантов использовали микрочеренки интродуцированных сортов жимолости съедобной: ‘Ленинградский великан’, ‘Ранняя’, ‘Лазурная’, ‘Камчадалка’, введенных в

стерильную культуру. Учет количества регенерантов на эксплант проводили исходя из 20 эксплантов для каждого сорта.

Результаты экспериментальных данных обработаны статистически и представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Состав питательных сред, использованных для изучения регенерационной способности интродуцированных сортов жимолости съедобной

Компонент, мг/л	Номер модификации питательной среды											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Макросоли по Андерсену	п.н.	—	—	п.н.	—	п.н.	п.н.	—	п.н.	—	—	—
Микросоли по Андерсену	-..-	—	—	-..-	-	-..-	-..-	—	-..-	—	—	—
Макросоли по WPM	—	п.н.	п.н.	—	п.н.	—	—	1/2	—	—	—	—
Микросоли по WPM	—	-..-	-..-	—	-..-	—	—	1/2	—	—	—	—
Макросоли по MS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	п.н.	1/2	п.н.
Микросоли по MS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-..-	-..-	-..-
Мезоинозит	100	100	100	100	100	100	100	80	100	80	80	100
Аденин сульфат	80	80	—	—	—	—	60	80	80	—	80	60
Тиамин В ₁	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5
Пиридоксин В ₆	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,1	0,5	0,5
Никотиновая кислота PP	1	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	1
Индолилуксусная кислота	4	4	2	2	1	2	4	5	4	2	1	0,5
Бензиламинопурин	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,5	2	1,5
Гибберелловая кислота	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2
Изопентениладенин	15	15	10	4	5	4	15	10	15	—	—	—
Сахароза, г/л	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	20
Агар, г/л	9	8	8	8	8	9	9	8	9	9	8	9
pH	4,8	4,8	4,0	4,5	4,8	4,0	4,8	4,8	4,0	5,6	5,6	5,6

Условные обозначения: п.н. – полная норма; -..- компонент присутствует в среде; — компонент отсутствует в среде; S – половинная доза.

Таблица 2 – Регенерационный потенциал интродуцированных сортов жимолости съедобной в зависимости от состава питательной среды

Номер модификации питательной среды	Количество побегов на один эксплант, шт.			
	‘Ранняя’	‘Камчадалка’	‘Лазурная’	‘Ленинградский великан’
1	5 ± 1	4 ± 1	7 ± 2	6 ± 1
2	4 ± 1	3 ± 0	6 ± 3	5 ± 1
3	2 ± 0	3 ± 2	4 ± 1	2 ± 0
4	3 ± 1	3 ± 0	3 ± 1	4 ± 1
5	1 ± 1	1 ± 0	3 ± 1	2 ± 1
6	3 ± 1	2 ± 1	5 ± 1	3 ± 2
7	3 ± 0	3 ± 1	4 ± 2	4 ± 1
8	1 ± 0	1 ± 0	3 ± 1	1 ± 1
9	1 ± 1	1 ± 1	2 ± 1	1 ± 1
10	3 ± 0	3 ± 2	4 ± 1	3 ± 0
11	2 ± 1	1 ± 1	3 ± 2	2 ± 0
12	2 ± 0	1 ± 0	3 ± 1	2 ± 1

Анализ материала, представленного в таблице 2, показал, что регенерационный потенциал изученных растений находится в зависимости от модификации питательной среды, т. е. зависит от содержания компонентов, присутствующих в ней.

Из исследованных 12 различных модификаций питательных сред только на средах двух модификаций (1-й и 2-й) характерен относительно высокий регенерационный потенциал для интродуцированных сортов жимолости съедобной (см. таблицу 2). Эти две модификации питательных сред, содержащие макро- и микросоли по Андерсену и по WPM, а также 100 мг/л мезоинозита, 80 мг/л аденин сульфата, 1 мг/л В₁, 1 мг/л В₆, 1,0 мг/л РР, 4 мг/л ИУК, 15 мг/л 2-иП, 8 г/л агара, рН 4,8 могут быть рекомендованы для регенерации исследованных сортов жимолости съедобной, а модификации 4-я и 5-я, содержащие ИУК:2-иП 2:4 и 1:5 соответственно, — для депонирования стерильных культур этих сортов (см. таблицу 1).

Изучение влияния состава питательных сред на регенерационный потенциал интродуцированных сортов жимолости съедобной ‘Ленинградский великан’, ‘Ранняя’, ‘Лазурная’, ‘Камчадалка’ дало нам возможность оценить комплексное действие компонентов, содержащихся в питательных средах (макро- и микроэлементов, витаминов, сахарозы, мезоинозита, аденин сульфата), на этот процесс. Однако не меньший интерес представляет изучение гормональных добавок, содержащихся в питательной среде, оказывающих влияние на регенерационную способность интродуцированных сортов жимолости съедобной.

Однако не меньший интерес представляет изучение гормональных добавок, содержащихся в питательной среде, оказывающих влияние на регенерационную способность интродуцированных сортов жимолости съедобной.

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. Куренина, Л. А. Разработка способа быстрой регенерации клевера лугового *Trifolium pratense* L. / Л. А. Куренина, Л. И. Солодкая, В. В. Лапотышкина // Биотехнология. — 2001. — № 6. — С. 19–24.
3. Effect of medium, explants, cytokinins and node position on in vitro shoot multiplication of *Caralluma lasiantha* (Wight) N.E.Br., an endemic and medicinally important plant / V. Aruna [et al.] // African Journal of Biotechnology. — 2012. — Vol. 11, № 89. — P. 15523–15528.
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. Abbas, H. *In vitro* response of *Ruellia bracteolata* to different growth hormones — an attempt to conserve an endangered species / H. Abbas, M. Qaiser // Plant Cell Tiss. Organ Culture. — 2012. — Vol. 44, № 2. — P. 791–794.
6. Effects of Nodal Position and Growth Regulators on *In Vitro* Growth of Dog Rose (*Rosa canina*) / M. Shirdel [et al.] // Journal of Ornamental and Horticultural Plants. — 2013. — Vol. 3, N 1. — P. 9–17.
8. 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, № 1. — P. 1–4.
9. Shirin, F. Effect of Nutrient Media and KNO₃ on *in Vitro* Plant Regeneration in *Saraca asoca* (Roxb.) Willd. / F. Shirin, N. S. Parihar, S. N. Shah // American Journal of Plant Sciences. — 2015. — Vol. 6. — P. 3282–3292.
10. Micropropagation protocol of Egyptian native cultivar of taro, *Colocasia esculenta* var. *esculenta* / S. F. El-Sayed [et al.] // Int. J. Adv. Res. Biol. Sci. — 2016. — Vol. 3, N 1. — P. 17–26.
11. Pranita, J. High frequency *in vitro* regeneration somatic embryogenesis in medicinal plant *Aegle marmelos* (L.) Corr. / J. Pranita, N. Pandhure // Int. J. Adv. Res. Biol. Sci. — 2016. — Vol. 3, № 1. — P. 7–12.

12. Afrasiab, H. An efficient method for direct shoot regeneration from leaf explants of *Solanum nigrum* L. induced by thidiazuron / H. Afrasiab, N. Rashid, M. Akram // Int. J. Agric. Biol. – 2017. – Vol. 19. – P. 348–354.
13. Chen, M.-Y. *In vitro* Plantlet Regeneration from Nodal Explant and Callus Induction of *Vernonia amygdalina* Delile / M.-Y. Chen, S. Hamsawi // Journal of Plant Sciences. – 2018. – Vol. 6, N 1. – P. 1–6.

ВЛИЯНИЕ ГОРМОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА РЕГЕНЕРАЦИЮ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ СОРТОВ ЖИМОЛОСТИ СЪЕДОБНОЙ

**Е. Н. Кутас, О. И. Махонина, А. В. Нехвядович,
И. И. Ластенко, В. Л. Филипеня**

*ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Влиянию гормональных добавок на процесс регенерации растений в культуре *in vitro* посвящена обширная литература. Например, A. Sacas and J. Lasa [1] показали, что наилучший рост эксплантов сахарной свеклы наблюдали на среде Мурасиге—Скуга, содержащей 4,4 мкМ БАП, 0,5 мкМ НУК и 0,3 мкМ ГА₃ (гибберелловой кислоты).

Вопросу зависимости регенерации банана от соотношения гормонов в питательной среде, а также о влиянии генотипа на этот процесс, посвящена работа Н. Vanerjee и А. Sharma [2]. Авторы приходят к выводу, что добавление в питательную среду 0,2 мг/л ИУК (индолилуксусной кислоты) и 0,2 мг/л бензиламинопурина (БАП) способствует регенерации побегов банана, в то время как замена БАП кинетином снизила скорость регенерации.

К сожалению, сведений о влиянии гормональных добавок на регенерационный потенциал изучаемых нами сортов не обнаружено.

Следовательно, изучение регенерационной способности интродуцированных сортов жимолости съедобной с различным содержанием гормональных добавок в питательной среде позволит определить их оптимальное соотношение, необходимое

для протекания этого физиологического процесса в условиях *in vitro*.

Объектами исследования служили интродуцированные сорта жимолости съедобной: ‘Ленинградский великан’, ‘Ранняя’, ‘Лазурная’, ‘Камчадалка’.

Изучение гормональных добавок, содержащихся в питательной среде, на регенерационную способность интродуцированных сортов жимолости съедобной, проводили на четырех сортах: ‘Ленинградский великан’, ‘Ранняя’, ‘Лазурная’, ‘Камчадалка’. В качестве эксплантов перечисленных сортов использовали микрочеренки длиной 10 мм. Экспланты, в количестве 20 штук для каждого сорта, высаживали на агаризованные питательные среды Андерсена и WPM, содержащие гормональные добавки (ИУК:2иП) в следующих соотношениях 1:5, 2:4, 4:15. Колбы с высаженными эксплантами помещали на стеллажи в культуральной комнате при освещенности 4000 лк, температуре +24 °С, фотопериод – 16 ч. Учет количества регенерантов на эксплант, морфометрические показатели регенерантов (высота побега, см; длина листа, мм) проводили спустя 2 месяца с момента постановки опыта. Экспериментальный материал обработан статистически и представлен в таблице.

Таблица – Регенерационный потенциал и морфометрические показатели интродуцированных сортов жимолости съедобной в зависимости от содержания гормональных добавок в питательной среде

Сорт	Среда	Гормоны, мг/л		Количество побегов на 1 эксплант, шт.	Высота побега, см	Длина листа, мм
		ИУК	2-иП			
‘Ленинградский великан’	А	1	5	2,50 ± 1,16	2,03 ± 0,16	4,00 ± 0,52
		2	4	3,06 ± 1,11	2,10 ± 0,20	2,72 ± 0,41
		4	15	5,00 ± 1,45	1,49 ± 0,19	2,60 ± 0,38
	WPM	1	5	2,70 ± 1,00	5,00 ± 0,06	8,00 ± 0,56
		2	4	2,45 ± 1,19	4,10 ± 0,17	5,21 ± 0,18
		4	15	4,00 ± 1,11	3,29 ± 0,11	4,37 ± 0,13
‘Лазурная’	А	1	5	3,00 ± 1,05	1,10 ± 0,14	2,82 ± 0,14
		2	4	3,10 ± 1,12	1,41 ± 0,13	2,47 ± 0,23
		4	15	7,00 ± 1,10	1,00 ± 0,05	1,86 ± 0,11
	WPM	1	5	2,80 ± 1,13	1,85 ± 0,10	3,95 ± 0,17
		2	4	3,90 ± 1,06	2,00 ± 0,11	3,51 ± 0,29
		4	15	6,00 ± 1,20	1,95 ± 0,17	2,61 ± 0,16
‘Камчадалка’	А	1	5	1,15 ± 0,03	1,20 ± 0,24	3,44 ± 0,61
		2	4	1,39 ± 0,21	1,25 ± 0,12	4,83 ± 0,59
		4	15	3,00 ± 1,10	0,69 ± 0,07	2,91 ± 0,43
	WPM	1	5	1,20 ± 0,01	4,00 ± 0,18	6,50 ± 0,25
		2	4	1,49 ± 0,20	3,71 ± 0,11	6,22 ± 0,34
		4	15	1,50 ± 1,13	3,80 ± 0,25	4,76 ± 0,21
‘Ранняя’	А	1	5	1,75 ± 0,50	2,00 ± 0,13	2,33 ± 0,16
		2	4	1,95 ± 0,40	2,10 ± 0,15	2,90 ± 0,27
		4	15	3,90 ± 1,00	1,75 ± 0,15	2,54 ± 0,19
	WPM	1	5	1,35 ± 0,15	2,60 ± 0,09	4,90 ± 0,52
		2	4	1,60 ± 0,25	3,05 ± 0,12	4,30 ± 0,46
		4	15	2,00 ± 1,15	1,98 ± 0,16	3,01 ± 0,31

Значения таблицы свидетельствуют о том, что у сорта ‘Ленинградский великан’ максимальное количество побегов (5 шт. на один эксплант) было регенерировано на среде Андерсена, содержащей 4 мг/л ИУК и 15 мг/л 2иП. На среде WPM, содержащей такое же количество гормонов, у данного сорта этот показатель ниже (4,00), но на незначительную величину. У сорта ‘Лазурная’ максимальное количество регенерантов на эксплант отмечено на среде Андерсена и WPM, содержащих 4 и

15 мг/л ИУК и 2иП соответственно, и составило 7,00 и 6,00 шт. Аналогичная картина характерна для сорта ‘Камчадалка’ и сорта ‘Ранняя’. У сорта ‘Камчадалка’ количество побегов на эксплант составило 3,00 на среде Андерсена и 1,50 на среде WPM, у сорта ‘Ранняя’ – 3,90 и 2,00 соответственно.

Минимальное количество побегов на эксплант образовано у сорта ‘Ленинградский великан’ на среде Андерсена, содержащей 1 и 5 мг/л (ИУК:2иП), и среде

WPM с 2 и 4 мг/л (ИУК:2иП) и составило 2,50 и 2,45 регенеранта на один эксплант соответственно. У сорта 'Лазурная' минимальное количество побегов на эксплант регенерировано на среде Андерсена (3,00) при соотношении ИУК:2иП = 1:5 мг/л и на среде WPM (2,80) при том же соотношении гормонов.

Для сортов 'Камчадалка' и 'Ранняя' минимальное количество регенерантов на эксплант 1,15; 1,20; и 1,75; 1,35 соответственно отмечено на обоих типах питательных сред (Андерсена и WPM) при содержании гормональных добавок в соотношении 1:5 мг/л (ИУК:2иП).

Как показал анализ цифрового материала, представленного в Таблице, наибольший регенерационный потенциал для исследованных сортов жимолости съедобной отмечен на обеих питательных средах (WPM и Андерсена), содержащих 4 мг/л ИУК и 15 мг/л 2иП, наименьший – на этих же средах, содержащих 1 мг/л ИУК и 5 мг/л 2иП.

На регенерационном потенциале исследованных растений не только сказалось количество гормональных добавок, содержащихся в питательной среде, но оказал влияние и генотип растения. Так, максимальным регенерационным потенциалом обладает сорт 'Лазурная' (7,00 побегов на эксплант), минимальным – сорта 'Ранняя' и 'Камчадалка' при содержании в обеих средах одинакового количества гормонов (4 мг/л ИУК и 15 мг/л 2иП) (см. таблицу).

Дальнейший анализ цифрового материала позволил прийти к выводу о существовании различий в отношении морфометрических показателей: высоты побега и длины листа. Максимальная высота побега (5 см) отмечена у сорта 'Ленинградский великан' на среде WPM, содержащей 1 мг/л ИУК и 5 мг/л 2иП, несколько ниже этот показатель (4 см) у сорта 'Камчадалка', значительно ниже у

сорта 'Ранняя' (2,6 см) и сорта 'Лазурная' (1,85 см). Обращает внимание на себя тот факт, что у сорта 'Лазурная', регенерировавшего наибольшее количество побегов на эксплант (7,00 среда Андерсена, ИУК:2иП=4:15), высота побега минимальна (1 см). Логично предположить, что при меньшем количестве побегов на эксплант высота побега была бы больше. Например, у сорта 'Камчадалка' количество побегов на эксплант составило 1,50 при высоте побега 3,80 см. Вероятно, это можно объяснить пропорциональным израсходованием питательных веществ, что выражается, с одной стороны, в увеличении количества побегов на эксплант и уменьшении их высоты, а с другой, в уменьшении количества побегов и увеличении их высоты.

Что касается длины листа регенерантов, то она находится в зависимости от состава питательной среды и таксономической принадлежности растения. Наибольшую длину имели листья сорта 'Ленинградский великан' (8 мм) на среде WPM, содержащей 1 мг/л ИУК и 5 мг/л 2иП, наименьшую (1,86 мм) – листья сорта 'Лазурная' на среде Андерсена, содержащей 4 мг/л ИУК и 15 мг/л 2иП.

Подводя итог изложенному, можно заключить, что регенерационная способность исследованных интродуцированных сортов жимолости съедобной и их морфометрические показатели находятся в тесной зависимости от содержания гормональных добавок в питательной среде и связаны с генотипом растения. Максимальным регенерационным потенциалом (7,0 побегов на эксплант) обладает сорт 'Лазурная' на среде Андерсена, содержащей 4 мг/л ИУК и 15 мг/л 2иП. Оптимальным соотношением гормональных добавок в питательной среде Андерсена следует считать 2 мг/л ИУК и 4 мг/л 2иП, для среды WPM – 1 мг/л ИУК и 5 мг/л 2иП.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cacas, A. *In vitro* multiplication of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) III. Culture media / A. Cacas, J. M. Lasa // Ann. Estac. Exp. Aula Dei. – 1987. – Vol. 18, № 3–4. – P. 147–154.
2. Banerjee, N. *In vitro* response as a reflection of genomic diversity in long-term cultures of Musa / N. Banerjee, A.K. Sharma // Theor. And Appl. Genet. – 1988. – Vol. 76, № 5. – P. 733–736.

СОХРАНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ МАЛОРАСПРОСТРАНЕННЫХ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ РОДА *LYCIUM*

Е. А. Лапченко, Н. В. Хотляник, Е. В. Спиридович, В. Н. Решетников

ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время проблема сохранения генетических ресурсов, которой занимаются ботанические сады, имеет глобальный характер и отражена в обновленной версии Глобальной стратегии сохранения растений (ГССР), что является основой для устойчивого использования биоресурсов в каждой республике. В коллекционных фондах Центрального ботанического сада НАН Беларуси (ЦБС НАН Беларуси) объединены более 60 самостоятельных коллекций, что создает предпосылки как для широкого спектра научных исследований, так и для сохранения и расширения практического использования биологического разнообразия. Комплексное исследование с использованием традиционных, биохимических и биотехнологических подходов позволяет рационально изучать и использовать имеющийся в коллекции материал [1].

В отделе биохимии и биотехнологии ЦБС НАН Беларуси разрабатываются методы *ex situ* сохранения трех видов рода *Lycium*. семейства *Solanaceae* Juss. Эти представители — дереза русская (*Lycium ruthenicum*), дереза китайская (*Lycium chinense*), дереза обыкновенная (*Lycium barbarum*). Наиболее интересными объектами являются: 1) дереза обыкновенная — кустарник до 3,5 м высотой; ветви покрыты тонкими колючками, листья простые,

цельнокрайные, эллиптические; цветки лилового (фиолетово-розового) цвета, колокольчатые; 2) дереза русская (*Lycium ruthenicum* Murr.) — кустарниковое растение (достигает высоты до 2 м) с ветвистым стеблем с пепельно-серой корой и сильно растопыренными веточками; верхние кончики веток изогнуты; листья зеленые, мясистые, в форме колючек, 0,5–2,5 см длиной, 1–3 мм шириной, на верхушке тупые, постепенно суженные к основанию, развивающиеся на старых ветвях из шишковидных укороченных побегов, а на молодых — из почек по обе стороны колючек или на облиственных колюче-заостренных побегах [2].

Все виды относятся к лекарственным растениям, содержащим, в основном, во всех органах природные соединения фенольной природы, среди которых обнаружены гидроксикоричные кислоты (хлорогеновая кислота), флавонолы (кверцетин, кемпферол), флавоноиды (рутин), катехины (эпикатехин), бетаин. Широко известны биологические свойства ягод годжи (*Lycium barbarum*). В литературе приводятся данные по антиоксидантным, противовоспалительным, омолаживающим свойствам, гипогликемической и гиполипидемической активности, модуляции микробиоты кишечника, нейропротекторное действие на ганглиозные клетки

сетчатки, иммуномодулирующий, гепатопротекторный и противоопухолевый эффект. Плоды дерезы применяются в традиционной медицине Китая, Японии, Центральной Азии в качестве лекарственного сырья и пищевой добавки. В Китае ягоды годжи используют не только в качестве лекарственного средства, но и как приправу к различным блюдам [3].

Авторы исследований отмечают, что биологически активные вещества, содержащиеся в плодах дерезы обыкновенной, имеют противовоспалительные [4] и иммуномодулирующие [5] действия. Выявлены антиоксидантная активность плодов [6] и установлены аминокислотный [7] и жирнокислотный состав [8]. В плодах обнаружены 18 аминокислот (из них 8 – незаменимые), 21 минерал (калий, натрий, кальций, магний, железо, медь, марганец, цинк и другие), витамины E, C, B1, B2, B6, каротин, полисахариды и множество других биологически активных веществ, среди которых, например, германий, в комбинации с другими компонентами эффективный в лечении онкологических заболеваний. Такие элементы, как цинк, медь, кобальт, железо, хром, йод и др. являются необходимыми для функционирования иммунной, нервной, сердечно-сосудистой и других систем.

Актуальным направлением клеточных технологий в настоящее время является сохранение и воспроизводство редких лекарственных растений для практических целей. Растения, полученные в культуре тканей, клеток изолированных органов могут быть использованы для закладки плантаций, получения экологически чистого лекарственного сырья нового типа, что позволит в будущем сохранить и пополнить естественные запасы дикорастущих видов лекарственных растений. Создание фитопрепаратов с использованием клеточных технологий на основе БАВ, синтезируемых лекарственными видами, приобретает в последние годы особое значение, поэтому особенно акту-

ально расширять коллекции асептических культур хозяйственно полезных растений ЦБС НАН Беларуси.

Для условий Беларуси представители рода *Lycium* считаются малораспространенными плодовыми растениями [9]. Первое упоминание о дерезе русской в коллекции Центрального ботанического сада относится к 1959–1960 гг., описано 5 таксонов: дереза русская (*L. ruthenicum* Murr.), дереза китайская (*L. chinense* Mill.), дереза обыкновенная (*L. barbarum* L.), дереза волосистотычинковая (*L. dasystemum* Pojark.), дереза изогнутая (*L. flexicaule* Pojark) [10]; представители данного рода присутствуют также в коллекции РУП «Институт плодоводства». В 2020 году в рамках договора о сотрудничестве с Институтом биоорганической химии АН Узбекистана в отдел биохимии и биотехнологии были переданы семена трех видов рода *Lycium*, которые были привлечены с территории высохшего Аральского моря. Несмотря на сложную ситуацию на данной территории (высокую засоленность почвы, сухой и резко-континентальный климат), многие виды растений постепенно осваивают территории, освобожденные от воды. Особенно интересен список видов галофитов, быстро занимающих ареал с высоким засолением почвы.

Высушенные плоды *L. ruthenicum* сбора 2019 г. были привезены из Узбекистана и переданы для исследования в лабораторию прикладной биохимии Центрального ботанического сада НАН Беларуси для биотехнологических работ и расширения коллекционных фондов.

Цели введения в коллекционные фонды новых образцов лекарственных видов растений: создание и/или развитие национальных коллекций культур (растительных клеток, меристем, стерильных растений *in vitro*) видов растений дикорастущей флоры на основе сбора природных источников и обмена образцами коллекций между странами ЕвразЭС; разработка научных основ создания коллекций растительных

объектов *in vitro* для лекарственных видов растений с целью сохранения биоразнообразия, промышленного использования в целях получения биотехнологического растительного сырья; физиолого-биохимическая характеристика культур клеток, органов и тканей лекарственных видов растений; в том числе по содержанию БАВ и биологической активности.

Методы биотехнологии позволяют получить качественное лекарственное растительное сырье в короткие сроки, в большом количестве, не уничтожая природные запасы. С использованием методов суспензионной культуры и бородачатых корней разработан ряд технологий, позволяющих получить ценные продукты вторичного метаболизма растений, такие как гликозиды, алкалоиды и некоторые другие биологически активные вещества. Тем не менее, согласно заключению экспертов, на сегодняшний день на практике не в полной мере реализованы данные методы, так как существует проблема поддержания стабильных линий культуры, а недостатком большинства биореакторов остается их дороговизна и сложность [3–5].

В рамках пополнения коллекции в отделе проведена оценка морфологических особенностей и жизнеспособности семян, проведены опыты по определению всхожести семян.

В отделе биохимии и биотехнологии ЦБС НАН Беларуси разрабатываются методы *in vitro* сохранения трех видов рода *Lycium* — дереза русская (*Lycium ruthenicum*), дереза китайская (*Lycium chinense*), дереза обыкновенная (*Lycium barbarum*), которые могут быть использованы для разработки методов клонального микроразмножения; для генотипирования образцов и выявления молекулярных биомаркеров устойчивости растений к засоленности почвы; в морфо-биологическом изучении *ex vitro* растений, устойчивых к соляному стрессу. Лекарственное сырье из растений рода *Lycium*, полученное биотехнологическим способом, может использоваться в качестве перспективного источника для получения новых высокоэффективных препаратов, обладающих универсальным органопротекторным действием на организм человека. Культура клеток *in vitro* — модель эффективного анализа цепи биохимических реакций и трансформации веществ, выявления наиболее существенных физиологических реакций, связанных с солеустойчивостью и засухоустойчивостью для отбора устойчивых форм. Ранее исследований по изучению биохимического состава культур клеток и тканей растений рода *Lycium* в Беларуси не проводилось.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Научная школа «Биохимия и биотехнология растений»: история и перспективы / НАН Беларуси, Центральный ботанический сад, сост. В.Н. Решетников [и др.]. — Минск: Четыре четверти, 2021. — 48 с.
2. Особенности прорастания семян и развития проростков дерезы русской (*Lycium ruthenicum* Murr.) в лабораторных условиях и в культуре *in vitro* / Е. А. Седун [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. — 2021. — Т. 66, № 2. — С. 176–185.
3. Вітенко, В. А. Використання *Morus alba* L. і *Morus nigra* L. у традиційній та нетрадиційній медицині / В.А. Вітенко // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. — Львів: РВВ НЛТУ України. — 2010. — Вип. 20.13. — С. 33–39.
4. Гречаник, Р. М. Клонування *Morus alba* Linn. *in vitro*: селекція та деконтамінація експлантів / Р. М. Гречаник // Наукові основи підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісових та урбанізованих екосистем: тези 61-ї наук.-техн. конф. професорсько-викладацького складу, наукових працівників, докторантів та аспірантів за підсумками наукової діяль-

ності у 2010 р., Львів, 4–6 травня 2011 р. / Р.М. Гречаник. – Львів: РВВ НЛТУ України, 2011. – С. 38–40.

5. Колесников, А. И. Декоративная дендрология / А. И. Колесников. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во «Лесн. пром-сть», 1974. – С. 522.

6. Мітіна, Л.В. Інтродукція селекційних форм *Morus alba* L. на південному сході України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.05 – Ботаніка / Любов Вікторівна Мітіна; Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України. – К.: Видво «Ліана», 2002. – 20 с. – С. 16–17 (19 назв).

7. Олексійченко, Н.О. Селекція шовковиці в Україні (проблеми, досягнення, перспективи): монографія / Н. О. Олексійченко. – К.: ВЦ КНЛУ, 2007. – 306 с.

8. Генетические ресурсы растений в Беларуси: мобилизация, сохранение, изучение и использование / РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Четыре четверти, 2019. – 452 с.

9. Інтродуцированые деревья и кустарники в Белорусской ССР: в 3 вып. / под ред. Н. Д. Нестеровича. – Минск.

10. Академии наук Беларуси, 1959, 1960, 1961. – Вып. 3: Інтродуцированые древесные растения флоры Сибири, Европы, Средиземноморья, Крыма, Кавказа и Средней Азии. – 335 с.

СЕБЕСТОИМОСТЬ СОЗДАНИЯ И ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ

Н. Б. Павловский

*ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Производство голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) стабильно растет по всему миру, особенно активно в последнее десятилетие. За период с 2010 по 2019 гг. продуцируемый в мире объем ягод голубики вырос с 439 000 до 1 000 000 т. [1]. В Беларуси также наблюдается постоянное увеличение площадей промышленных насаждений этой культуры [2]. За период с 2010 по 2019 гг. площадь посадок голубики в республике увеличилась более чем в 6 раз – с 165 до 1070 га. На начало 2023 г. голубику высокорослую в Беларуси возделывают в более чем в 100 хозяйствах разных форм собственности на площади 1851 га. Активному развитию голубиководства в республике способствуют благоприятные экологические условия, а также высокий уровень цен на ягодную продукцию голубики, обеспечивающий окупаемость ее производства [3, 4].

Определение затрат на создание насаждений голубики высокорослой и их возделывание осуществлялось на основе «Инструкции по оценке эффективности использования в народном хозяйстве республики результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ» [5].

Оценка себестоимости производства голубики высокорослой выполнялась за

6-летний период на примере товарных насаждений площадью 10 га, созданных на минеральной почве с целью получения годной продукции.

Расчетами предусмотрены основные виды расходов на создание насаждений голубики высокорослой: строительство ограждения, включая ворота и калитку, обустройство скважины и системы орошения, расходы на подготовку почвы, приобретение посадочного материала, с учетом страхового фонда для ремонта насаждений (10 %), приобретение основных средств механизации (трактор МТЗ-322, тележка 2ПТС-4,5, косилка-измельчитель КРС-1,7, опрыскиватель «Зубр ПВ» и опрыскиватель ОНГ-2), расходы на содержание насаждений (мульчирование, подкормки минеральными удобрениями, обрезка растений, защита от болезней и сорных растений и пр.), горюче-смазочные материалы, оплата труда с отчислениями, приобретение сельскохозяйственного инвентаря и средств индивидуальной защиты, сертификация продукции и уплата налогов. Затраты на аренду земли, энергоресурсы, услуги по охране, автотранспортные услуги, фасовку и хранение ягод в расчет не принимались. Численность необходимого персонала для содержания насаждений – 5 человек. Численность персонала при ручном сбо-

ре урожая – 50 человек (июль, август). Стоимость 2-летнего саженца с закрытой корневой системой приняли равной 5,94 руб. с НДС (2,20 долл.), согласно прейскуранту отпускных цен на посадочный материал ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» № 29 от 1 апреля 2022 г. Потребность в минеральных удобрениях, мульчирующем материале, средствах защиты растений рассчитывали согласно отраслевому регламенту возделывания голубики [3]. Стоимость материалов и средств защиты растений определяли исходя из нормы расхода, кратности обработок и их актуальной стоимости на момент проведения – 1 февраля 2023 г.

Доходы представлены выручкой от реализации ягод со времени начала плодоношения (3-й год – 2,3 т/га, 4-й – 4,6 т/га). Время вступления насаждений в стадию товарного плодоношения – 5-й год, с ежегодной урожайностью 8,2 т/га. Величину товарного урожая с 1 га рассчитывали как произведение средней многолетней урожайности с одного расте-

ния наиболее распространенного и районированного в Беларуси сорта ‘Bluecrop’ (2,5 кг/раст.) на число высаженных растений (3 300 раст./га), при схеме посадки 3,0×1,0 м. Стоимость 1 кг плодов голубики принята 7,50 руб. (2,80 долл.), согласно прейскуранту отпускных цен на производимую продукцию ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» № 46 от 02.08.2022 г. Повышение отпускной цены на ягодную продукцию голубики до горизонта расчетного периода не предусматривалось.

Финансовые показатели рассчитаны в белорусских рублях, а также представлены в долларах США по курсу Национального банка Республики Беларусь на 1 февраля 2023 г.

Закладка насаждений голубики высокорослой и их содержание до вступления в стадию плодоношения, в течение трех лет, является достаточно высокочрезвычайно затратным процессом. Согласно полученным данным, представленным в таблицах 1 и 2, для плантации площадью 10 га необходимо инвестировать 757,3 тыс. руб. (282,6 тыс. долл.).

Таблица 1 – Структура затрат на создание 10 га насаждений голубики высокорослой на минеральной почве при схеме посадки 3,0×1,0 м

Затраты	Объем затрат		
	тыс. руб.	тыс. долл.	%
Строительство ограждения	39,0	14,6	7,0
Обустройство орошения	67,6	25,2	12,2
Приобретение сельскохозяйственной техники	95,7	35,7	17,2
Посадочный материал	215,6	80,4	38,8
Материалы (торф, удобрения, древесные опилки)	110,8	41,3	20,0
Горюче-смазочные материалы	2,3	0,9	0,4
Всего капитальных затрат	531,0	198,1	95,6
Оплата труда	18,0	6,7	3,3
Отчисления	6,2	2,3	1,1
Всего на оплату труда	24,2	9,0	4,4
Всего себестоимость создания насаждений	555,2	207,1	100

Таблица 2 – Структура затрат на содержание 10 га насаждений голубики высокорослой на минеральной почве при схеме посадки 3,0×1,0 м

Затраты	Год возделывания											
	1-й		2-й		3-й		4-й		5-й		6-й	
	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%
Материалы (удобрения, древесные опилки)	34,6	52,5	16,7	30,9	30,1	37,2	33,9	31,7	36,7	30,1	27,0	22,0
	12,9		6,2		11,2		12,7		13,69		10,1	
Горюче-смазочные материалы	1,0	1,5	1,0	1,8	1,2	1,5	1,4	1,3	1,6	1,3	1,5	1,2
	0,4		0,4		0,5		0,5		0,6		0,6	
Сельскохозяйственный инвентарь	1,2	1,8	2,5	4,6	1,5	1,9	-	-	-	-	3,0	2,4
	0,5		0,9		0,6		-		-		1,1	
Всего на материалы	36,8	54,8	20,2	37,3	32,8	40,6	35,3	33,0	38,3	31,4	31,5	25,6
	13,7		7,5		12,2		13,17		14,29		11,8	
Оплата труда	20,2	30,0	22,8	42,1	31,8	39,4	48,6	45,5	56,0	45,9	61,8	50,3
	7,54		8,5		11,9		18,13		20,9		23,1	
Отчисления	7,0	10,4	7,9	14,6	11,0	13,6	16,8	15,7	19,4	15,9	21,4	17,4
	2,6		2,9		4,1		6,3		7,2		8,0	
Всего на оплату труда	27,2	40,4	30,7	56,7	42,8	53,0	65,4	61,2	75,4	61,8	83,2	67,7
	10,1		11,5		16,0		24,4		28,1		31,0	
Всего на содержание насаждений	64,0	95,2	50,9	94,0	75,6	93,6	100,7	94,2	113,7	93,3	114,7	93,3
	23,9		19,0		28,2		37,6		42,4		42,8	
Амортизация ОС и налог на имущество	3,2	4,8	3,2	6,0	3,2	4,0	3,2	3,0	3,2	2,6	3,2	2,6
	1,2		1,2		1,2		1,2		1,2		1,2	
Прочие расходы (сертификация)	-	-	-	-	2,0	2,4	3,0	2,8	5,0	4,1	5,0	4,1
	-		-		0,8		1,1		1,9		1,9	
Всего себестоимость возделывания	67,2	100	54,1	100	80,8	100	106,9	100	121,9	100	122,9	100
	25,1		20,2		30,2		39,9		45,5		45,9	

Структурный анализ капитальных затрат на создание насаждений голубики высокорослой показывает, что существенную часть вложений (38,8 %) составляют расходы на приобретение саженцев (см. таблицу 1). Стоимость материалов для подготовки почвы (торфа и минеральных удобрений, а также отходов деревообработки, закупаемых для мульчирования приствольной полосы) составляет 20,0 %. На приобретение средств механизации приходится 17,2 %. Доля расходов на обустройство системы орошения (без станции фертигации) и ограждение территории сеткой-рабицей составляет 12,2 и 7,0 % соответственно. В итоге себестоимость создания насаждений голубики высокорослой на площади 10 га, согласно полученным данным автора, равна 55,5 тыс. руб./га, или 20,7 тыс. долл./га.

Следует отметить, что стоимость капиталовложений на единицу площади, связанных с закупкой средств механизации и строительными затратами (ограждение, орошение), зависит от размера плантации и снижается до определенных границ при увеличении площади насаждений [6, 7].

Анализ литературных источников показывает, что затраты на создание насаждений голубики высокорослой в разных штатах США и в различных странах мира в конце 1990-х годов варьировались в пределах от 9,0 до 21,0 тыс. долл./га [8]. По данным K. Pliszka et al. в США (Пенсильвания) в 1998 г. стоимость создания 1 га посадок составляла 10,1 тыс. долл. [8]. Стоимость закладки 1 га насаждений голубики (без обустройства ограждения) в Польше по сведениям этих же авторов в 1999 г. составляла 45,8 тыс. злотых (12,3 тыс. долл.) [6], схожие сведения для этой страны приводит K. Smolarz на 2008 г. — 46,0–50,0 тыс. злотых (12,4–13,4 тыс. долл.) [7].

Стоимость закладки насаждений голубики в России в 2019 г. с учетом посадочного материала находилась в пределах от 3,2 млн росс. руб./га (40,2 тыс. долл./га) до

4,5 млн росс. руб./га (56,8 тыс. долл./га), а в 2021 г. затраты составляли от 4,7 млн росс. руб./га (59,3 тыс. долл./га) до 6,5 млн росс. руб./га (82,2 тыс. долл./га) [9]. В Турции в 2021 г. средняя себестоимость создания насаждений голубики составила 50,0 тыс. долл./га [10]. При этом авторы не сообщают, включены ли в расчеты затраты на приобретение средств механизации.

Анализ динамики затрат на содержание насаждений голубики показывает, что издержки повышаются с увеличением возраста растений. Как правило, рост расходов происходит до начала вступления насаждений в стадию товарного плодоношения и обусловлен повышением трудозатрат на обрезку сформировавшихся растений и уборку возрастающего урожая плодов. Основную часть издержек на содержание насаждений голубики составляют выплаты заработной платы с отчислениями. Только в 1-й год возделывания затраты на материалы превышают расходы на оплату труда персонала и составляют 54,8 % от себестоимости производства (см. таблицу 2). В последующие сезоны выращивания голубики, за счет увеличения затрат на оплату труда, доля себестоимости материалов снижается, несмотря на рост абсолютной их стоимости. При вступлении растений голубики в стадию промышленного плодоношения затраты на выплату заработной платы становятся относительно стабильными и в среднем превышают расходы на материалы в 2,6 раза. Себестоимость содержания 10 га насаждений голубики, вступивших в стадию полного плодоношения, составляет 12,3 тыс. руб./га, или 4,6 тыс. долл./га в год.

Затраты на содержание плодоносящих насаждений голубики высокорослой в США в зависимости от штата варьируются от 5,5 до 20,5 тыс. долл./га и в среднем составляют 11,1 тыс. долл./га [8]. Издержки на содержание 1 га насаждений голубики в штате Пенсильвания, в ценах

1998 г., возрастают от 1,6 тыс. долл./га в первый год возделывания до 10,2 тыс. долл./га на четвертый год сезон культивирования [8]. Содержание плодоносящих насаждений голубики в Польше, по данным К. Pliszka et al., составляет 27,1 тыс. злотых (7,3 тыс. долл./га) в ценах 1999 г. [8]. Сравнительный анализ себестоимости эксплуатации насаждений этой культуры в Беларуси, Польше и США показывает, что в западных странах содержание насаждений голубики дороже, чем в Беларуси в 1,6 и 2,4 раза соответственно. По-видимому, более затратное содержание посадок голубики в Польше и США по сравнению с Беларусью обусловлено большей стоимостью труда персонала, выполняющего ручную работу. Ручной труд необходим, прежде всего, для сбора ягод и обрезки растений. Для обеспечения функционирования 1 га плодоносящих насаждений голубики высокорослой, по сведениям К. Smolarz, необходимо 4–5 работников, а при массовом созревании ягод требуется 15–16 человек [6]. По мнению автора, в структуре затрат доля работ, связанных с уборкой и фасовкой ягод, составляет 60–70 % всего объема расходов. Один работник в течение 8-часового рабочего дня может

собрать ягод голубики сорта ‘Bluestop’, по данным К. Smolarz [7], 25–50 кг; согласно сведениям R. Gouhg [11], – 33–44 л (23–31 кг).

Исходя из выполненных расчетов и анализа литературных источников, можно заключить, что создание насаждений голубики высокорослой в условиях Беларуси является высокозатратным процессом, так как требует относительно больших первоначальных капиталовложений.

Создание насаждений голубики высокорослой на минеральной почве и ее возделывание в течение трех лет, до вступления в стадию плодоношения, является относительно высокозатратным процессом. Себестоимость закладки 10 га насаждений этой культуры составляет 757,3 тыс. руб. (282,6 тыс. долл.), при этом большая часть капитальных затрат приходится на посадочный материал (38,8 %) и подготовку почвы (20,0 %). Ежегодная себестоимость содержания посадок голубики, вступивших в стадию промышленного плодоношения, составляет 12,3 тыс. руб./га (4,6 тыс. долл./га). Основную долю текущих расходов при возделывании плодоносящих насаждений голубики составляют затраты на оплату труда (53,0–67,7 %).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Blueberries Around the Globe – Past, Present, and Future [Electronic resource]: International Agricultural Trade Report, October 21, 2021. – URL: <https://fas.usda.gov/data/blueberries-around-globe-past-present-and-future>. – (дата обращения 2022-12-20).
2. Васеха, В. В. Современное состояние плодородия в Республике Беларусь / В. В. Васеха // Наука и инновации, 2021. – № 9 (223). – С. 44–48.
3. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси. Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси; рук. разработ.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2010. – 520 с.
4. Титок, В. В. Голубика высокорослая – инновационная культура премиум-класса / В. В. Титок, А. А. Веевник, Н. Б. Павловский // Наука и инновации. – 2012. – № 6 (112). – С. 25–27.
5. Об утверждении Инструкции по оценке эффективности использования в народном хозяйстве республики результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опыт-

но-технологических работ [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 18 мая 2002 г., № 637 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь // Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

6. Borówka wysoka: pr. zbior. / K. Pliszka [et al.] ; pod red. K. Pliszki. – Warszawa: Państw. Wydaw. Rol. i Leśne, 2002. – 156 s.

7. Smolarz, K. Borywka i żurawina – zasady racjonalnej produkcji / K. Smolarz. – Warszawa: Hortpress Sp. Zo.o., 2009. – 255 s.

8. Galinato, S. 2015 costs estimates of establishing and producing conventional highbush blueberries in Western Washington / S. Galinato, R. C. Gallardo, Y. A Hong. – Washington: Washington State Univ., 2016. – 11 p. – (Washington State University Extension ; TB36).

9. Lukjanczenko, A. Rosja chce uprawiać borówkę. Popyt rośnie / A. Lukjanczenko // Nowoczesna uprawa borowki: NowaEra: konf. borówkowa 2022 / Hortus Media. – Kraków, 2022. – S. 185–194.

10. Duran, H. Turcja – zainteresowanie borówką stale rośnie / H. Duran // Nowoczesna uprawa borowki: NowaEra : konf. borywkowa 2022 / Hortus Media. – Kraków, 2022. – S. 218–224.

11. Gough, R. E. The highbush blueberry and its management / R. E. Gough. – New York; London; Norwood: Food Products Press an Imprint of the Haworth Press, 1994. – 262 p.

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА ПИТАТЕЛЬНУЮ И ВИТАМИННУЮ ЦЕННОСТЬ ПЛОДОВ ЖИМОЛОСТИ СИНЕЙ В ЮЖНОЙ АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БЕЛАРУСИ

**Ж. А. Рупасова, Н. Б. Павловский, К. А. Добрянская, Д. О. Сулим,
С. Н. Авраменко, О. В. Дрозд, А. В. Ральцевич**

*ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Особое место в ряду интродуцентов, являющихся природными источниками биологически активных соединений, занимает жимолость синяя, плоды которой издавна находят применение в пищевых и медицинских целях, благодаря высокому содержанию физиологически активных соединений, что делает их весьма привлекательными для комплексного практического использования. В настоящее время коллекционный фонд ЦБС НАН Беларуси пополнился рядом новых сортов жимолости синей зарубежной селекции, для обоснования перспективности выращивания которых в условиях Беларуси возникла необходимость в оценке их способности к биосинтезу в плодах широкого спектра биологически активных соединений.

В связи с этим в 2021–2023 гг. в южной агроклиматической зоне республики на научно-экспериментальной базе ЦБС НАН Беларуси (Ганцевичский р-н Брестской обл.) осуществлены сравнительные исследования биохимического состава плодов 5 новых интродуцированных сортов жимолости – ‘Auroga’, ‘Honeybee’, ‘Indigo Gem’, ‘Wojtek’ и ‘Zojka’, а также районированного сорта ‘Ленинградский великан’ по 14 показателям (содержанию

ряда органических кислот, углеводов и фенольных соединений). Погодные условия вегетационного периода в период наблюдений характеризовались выраженной контрастностью. Так, в первом сезоне во время активного формирования плодов жимолости, установилась сухая и жаркая погода с превышением на 21–22 % средней многолетней нормы температурных показателей, тогда как на протяжении большей части второго и особенно третьего вегетационных сезонов температурный фон был заметно ниже нормы при неравномерном выпадении атмосферных осадков, что привело к запаздыванию сроков созревания плодов.

Данные исследования показали существенную зависимость биохимических характеристик плодов жимолости синей не только от генотипа растений, но и от гидротермического режима вегетационного периода. Это подтверждалось заметными межсезонными различиями весьма широких диапазонов их варьирования в сортовом ряду (таблица 1).

На основании результатов данных исследований определены относительные различия тестируемых таксонов жимолости с районированным сортом, принятым за эталон сравнения, по всему спек-

тру биохимических характеристик плодов (таблица 2). Нетрудно убедиться, что несмотря на значительное влияние погодных условий вегетационного периода на темпы биосинтеза в них органических соединений, в большинстве случаев во все годы наблюдений отчетливо прослеживалась определенная общность тенденций в ориентации различий тестируемых так-

сонов с сортом 'Ленинградский великан' по исследуемым биохимическим показателям. Это однозначно свидетельствовало об относительной устойчивости проявления их зависимости от генотипа растений. Вместе с тем степень выразительности данных различий в значительной мере корректировалась погодными условиями вегетационного периода.

Таблица 1 – Диапазоны варьирования в сортовом ряду *Lonicera edulis* биохимических характеристик плодов в годы наблюдений

Показатель	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Сухие вещества, %	13,4–20,3	12,0–14,2	14,3–16,9
Свободные органические кислоты, %	7,2–24,1	16,2–23,5	10,2–24,4
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	255,5–435,0	408,4–481,1	254,9–368,2
Гидроксикоричные кислоты, мг/100 г	801,7–1109,3	804,6–1096,5	410,2–674,5
Растворимые сахара, %	21,3–49,0	22,7–42,0	35,3–58,0
Сахарокислотный индекс	0,9–6,8	1,0–2,6	1,4–5,8
Пектиновые вещества, %	5,77–8,99	5,14–8,10	4,81–9,01
Собственно антоцианы, мг/100 г	3720–6240	4440–6680	4080–10640
Лейкоантоцианы, мг/100 г	2264–4317	1800–4732	3798–6554
Сумма антоциановых пигментов, мг/100 г	6344–9152	6240–9412	10374–15132
Катехины, мг/100 г	849–1031	754–1118	276–819
Флавонолы, мг/100 г	2035–3083	2095–3031	1720–2265
Сумма биофлавоноидов, мг/100 г	9455–13058	10081–12989	12596–17673
Дубильные вещества, %	2,10–3,06	2,62–3,47	2,10–3,20

Таблица 2 – Относительные различия новых интродуцированных сортов *Lonicera edulis* со стандартным районированным сортом 'Ленинградский великан' по характеристикам биохимического состава плодов в годы исследований, %

Показатель	'Aurora'	'Zojka'	'Wojtek'	'Indigo gem'	'Honey bee'
2021 г.					
Сухие вещества	-7,5	-	+10,4	+17,3	-22,5
Свободные органические кислоты	+75,0	+144,4	+69,4	+66,7	+234,7
Аскорбиновая кислота	-	+23,1	+3,4	-27,7	+21,2
Гидроксикоричные кислоты	-17,7	-	-27,0	-8,4	-23,2
Растворимые сахара	-4,7	-19,0	-36,7	-40,8	-56,5
Сахарокислотный индекс	-45,6	-66,2	-63,2	-64,7	-86,8
Пектиновые вещества	-27,6	-28,3	-9,7	-25,5	-35,8
Собственно антоцианы	-22,5	+14,2	+28,3	+30,0	-15,0
Лейкоантоцианы	-26,0	-14,9	-35,5	-32,6	-47,6
Антоциановые пигменты	-24,1	-	-	-	-30,4
Катехины	-	-	-	-	-16,2
Флавонолы	-16,8	+3,2	+26,1	+15,4	-7,5
Сумма биофлавоноидов	-20,7	-	+3,8	+3,1	-24,8
Дубильные вещества	+10,0	+45,7	+30,0	-	+38,6
2022 г.					
Сухие вещества	-	+11,7	+15,0	+18,3	+3,3
Свободные органические кислоты	+24,1	+44,4	+45,1	+10,5	+44,4
Аскорбиновая кислота	-15,1	-6,3	-11,1	-29,1	-13,8

Показатель	‘Aurora’	‘Zojka’	‘Wojtek’	‘Indigo gem’	‘Honey bee’
Гидроксикоричные кислоты	-17,3	—	-26,6	-5,0	-19,4
Растворимые сахара	-11,9	-17,4	-33,3	-35,7	-46,0
Сахарокислотный индекс	-30,8	-42,3	-53,8	-42,3	-61,5
Пектиновые вещества	-25,5	-18,4	+7,0	-29,6	-32,1
Собственно антоцианы	+3,0	+29,9	+42,7	-5,1	+30,8
Лейкоантоцианы	-47,5	-35,1	-49,4	-62,0	-34,3
Антоциановые пигменты	-22,4	-2,8	-3,6	-33,7	-1,9
Катехины	—	+13,2	-10,5	—	-23,7
Флавонолы	-10,9	+4,4	+29,0	+20,3	—
Сумма биофлавоноидов	-18,7	—	—	-20,9	-3,4
Дубильные вещества	-10,6	+18,4	+6,5	+3,8	+12,3
2023 г.					
Сухие вещества	-5,6	—	—	+5,0	-11,2
Свободные органич. кислоты	+67,6	+130,4	+139,2	+54,9	+123,5
Аскорбиновая кислота	-12,6	+19,7	+26,2	-10,3	+13,1
Гидроксикоричные кислоты	-26,2	-17,0	+7,1	+5,7	+21,3
Растворимые сахара	-12,1	-30,5	-39,1	-31,6	-39,1
Сахарокислотный индекс	-48,3	-70,7	-75,9	-56,9	-72,4
Пектиновые вещества	-23,7	-30,4	+12,8	-24,8	-39,8
Собственно антоцианы	-18,1	-29,2	+38,5	+84,7	+46,9
Лейкоантоцианы	-11,8	—	-40,7	-29,9	-19,4
Сумма антоциан.пигментов	-14,7	-12,6	-3,2	+24,4	+12,0
Катехины	-19,6	-22,1	-39,2	-55,8	+31,3
Флавонолы	-7,3	—	+10,1	+22,0	+4,6
Сумма биофлавоноидов	-14,0	-11,1	-3,1	+20,6	+11,9
Дубильные вещества	-19,8	-5,7	+11,1	+15,3	+22,1

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

При весьма разноплановой картине обозначенных сдвигов в биохимическом составе плодов у тестируемых сортов жимолости относительно сорта Ленинградский великан в годы наблюдений представлялось затруднительным выявление таксонов с наиболее высоким интегральным уровнем их питательной и витаминной ценности. С этой целью нами был использован авторский, защищенный патентом методический прием [1], основанный на сопоставлении у тестируемых объектов относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных положительных и отрицательных отклонений от эталонных значений исследуемых характеристик биохимического состава плодов. По величине суммарной амплитуды выявленных отклонений, независимо

от их знака, можно судить о выразительности различий каждого тестируемого таксона жимолости с районированным сортом по совокупности 14 анализируемых признаков, что позволяло провести их ранжирование в порядке снижения степени данных различий. Соотношение же относительных размеров совокупностей положительных и отрицательных различий с эталонными значениями содержания в плодах действующих веществ являлось оценочным критерием интегрального уровня их питательной и витаминной ценности у каждого тестируемого сорта, если исходить из посыла, что все анализируемые признаки одинаково важны для оценки качества плодов.

Представленные в таблице 3 данные, полученные на основании таблицы 2 и ха-

рактизовавшие направленность и степень выразительности сдвигов в биохимическом составе плодов новых тестируемых таксонов жимолости относительно стан-

дартного сорта 'Ленинградский великан', показали наличие заметных генотипических различий в направленности и величине вышеуказанных сдвигов.

Таблица 3 – Относительные размеры, амплитуды и соотношения разноориентированных различий в биохимическом составе плодов новых интродуцированных сортов *Lonicera edulis* с районированным сортом 'Ленинградский великан', %

Сорт	Относительные различия, %			
	положительные	отрицательные	амплитуда	положительные/отрицательные
2021 г.				
'Aurora'	85,0	213,2	298,2	0,4
'Zojka'	230,6	128,4	359,0	1,8
'Wojtek'	171,4	172,1	343,5	1,0
'Indigo gem'	132,5	199,7	332,2	0,7
'Honey bee'	294,5	366,3	660,8	0,8
2022 г.				
'Aurora'	27,1	210,7	237,8	0,1
'Zojka'	122,0	122,3	244,3	1,0
'Wojtek'	145,3	188,3	333,6	0,8
'Indigo gem'	52,9	263,4	316,3	0,2
'Honey bee'	90,8	236,1	326,9	0,4
2023 г.				
'Aurora'	67,6	233,8	301,4	0,3
'Zojka'	150,1	229,3	379,4	0,7
'Wojtek'	245,0	191,2	436,2	1,3
'Indigo gem'	232,6	209,3	441,9	1,1
'Honey bee'	286,7	181,9	468,6	1,6
Среднее за 3 года				
'Aurora'	59,9	219,2	279,1	0,3
'Zojka'	167,6	160,0	327,6	1,0
'Wojtek'	187,2	183,9	371,1	1,0
'Indigo gem'	139,3	224,1	363,4	0,6
'Honey bee'	224,0	261,4	485,4	0,9

Так, на фоне погодных условий сезона 2021 г. при изменении в сортовом ряду амплитуды обозначенных сдвигов от 298,2 до 660,8 % наименьшей она была у сорта 'Aurora' и наибольшей у сорта 'Honey bee' при расхождении крайних значений в 2,2 раза. Заметим, что у трех из пяти тестируемых сортов жимолости съедобной – 'Aurora', 'Indigo gem' и 'Honey bee' относительные размеры отрицательных различий со стандартным сортом по совокупности анализируемых признаков существенно превосходили таковые положительных, что указывало на более низкое, чем у него,

качество их плодов. При этом для сорта 'Wojtek' была показана сопоставимость размеров разноориентированных сдвигов в биохимическом составе относительно эталонного сорта, свидетельствующая о примерно одинаковом качестве плодов по исследуемому набору показателей, и лишь в единичном случае – у сорта 'Zojka' относительные размеры положительных различий с эталонным сортом по данному признаку превосходили таковые отрицательных, что однозначно указывало на более высокое качество его ягодной продукции.

В соответствии с принятым нами методическим приемом, кратный размер соотношения суммарных значений положительных и отрицательных различий тестируемых сортов жимолости съедобной со стандартным сортом 'Ленинградский великан' по совокупности 14 анализируемых признаков позволил дать количественную оценку степени различий с ним каждого тестируемого таксона по интегральному уровню питательной и витаминной ценности плодов (см. таблицу 3).

При расположении исследуемых таксонов жимолости в порядке снижения данного показателя в следующей последовательности:

'Zojka' > 'Wojtek' = 'Ленинградский великан' > 'Honey bee' > 'Indigo gem' > 'Aurora'.

оказалось, что в условиях сезона 2021 г. сопоставимым со стандартным сортом интегральным уровнем питательной и витаминной ценности плодов характеризовался сорт 'Wojtek', и только у сорта 'Zojka' значение данного показателя в 1,8 раза превышало эталонный уровень, что однозначно указывало на более высокое, чем у сорта 'Ленинградский великан', качество его ягодной продукции. Остальные же тестируемые сорта жимолости уступали ему по этому признаку в 1,3–2,5 раза при наибольшем отставании сорта 'Aurora'. Нетрудно убедиться, что лидирующее положение в приведенном ряду, при значительном отрыве от остальных сортов жимолости, принадлежало сорту 'Zojka', тогда как наименее ценным по биохимическому составу плодов представлялся замыкавший этот ряд сорт 'Aurora'.

На основании сопоставления величины рассматриваемого соотношения дана количественная оценка степени снижения интегрального уровня питательной и витаминной ценности плодов остальных таксонов жимолости съедобной относительно лидирующего в таксономическом ряду сорта 'Zojka'. Наибольшей она была

у сорта 'Aurora', уступавшего лидирующему сорту по данному признаку в 4,5 раза. Подобные различия у сортов 'Honey bee' и 'Indigo gem' оказались менее выразительными и составили 2,3 и 2,6 раза соответственно.

Результаты аналогичных исследований на фоне погодных условий сезона 2022 г. показали, что амплитуда разноориентированных сдвигов в биохимическом составе плодов новых тестируемых сортов жимолости съедобной относительно эталонного сорта 'Ленинградский великан' варьировалась в сортовом ряду в более узком, чем в предыдущий год наблюдений, диапазоне, причем более низких значений – от 237,8 до 333,6 % при расхождении крайних позиций в 1,4 раза, что в данном случае свидетельствовало о снижении степени зависимости биохимического состава плодов от генотипа растений и ее усилении от метеорологических факторов. Тем не менее, как и годом ранее, наименьшей амплитудой данных сдвигов характеризовался сорт 'Aurora', тогда как наибольшей (причем примерно одинаковой) – сорта 'Honey bee', 'Wojtek' и 'Indigo gem'. При этом у сортов 'Aurora', 'Zojka' и 'Honey bee' значения данного показателя уступали таковым в предыдущем сезоне в 1,3–2,0 раза, что однозначно свидетельствовало о соответствующем ослаблении влияния погодных условий вегетационного периода на биохимический состав их плодов, тогда как у сортов 'Wojtek' и 'Indigo gem' подобного явления не наблюдалось.

Вместе с тем во втором сезоне у всех тестируемых таксонов жимолости превышение суммарных значений отрицательных различий с сортом 'Ленинградский великан' по совокупности анализируемых признаков относительно таковой положительных проявилось в значительно большей степени, чем в первый год наблюдений, что свидетельствовало о заметном ухудшении качества плодов. Лишь в единичном случае – у сорта 'Zojka', отме-

ченного годом ранее наиболее высоким уровнем их питательной и витаминной ценности, кратный размер соотношения относительных величин сумм положительных и отрицательных отклонений от эталонных значений совокупности анализируемых признаков оказался равным 1,0, что свидетельствовало о сопоставимости качества его плодов с таковым сорта 'Ленинградский великан', тогда как у остальных тестируемых объектов он был существенно ниже. Тем не менее, несмотря на столь заметные межсезонные различия в биохимическом составе плодов тестируемых сортов жимолости, расположение последних в ряду снижения интегрального уровня их питательной и витаминной ценности оказалось идентичным таковому в предыдущем сезоне при лидирующем положении со значительным отрывом от остальных таксонов сорта 'Zojka' и замыкавшем этот ряд сортом 'Aurora':

'Zojka' = 'Ленинградский великан' >
> 'Wojtek' > 'Honey bee' > 'Indigo gem' >
> 'Aurora'.

Заметим, что во второй год наблюдений сортовые различия данного показателя проявились с иной степенью выразительности по сравнению с первым сезоном. Так, если годом ранее интегральный уровень питательной и витаминной ценности плодов сорта 'Zojka' превышал таковой стандартного сорта в 1,8 раза, то в данном сезоне он был сопоставим с ним при отставании от них остальных тестируемых объектов по этому признаку в 1,3–10 раз, наиболее значительном у сорта 'Aurora'.

Как видим, погодные условия вегетационного периода оказывали заметное влияние на степень проявления сортовых различий плодов жимолости съедобной по данному показателю, но последовательность тестируемых объектов все же определялась их генотипом. С подобным явлением устойчивости сортовых различий в многолетнем цикле наблюдений мы сталкивались ранее в аналогичных иссле-

дованиях с растениями голубики высоко-рослой, клюквы крупноплодной и брусники обыкновенной [2].

Тем не менее, на фоне экстремальных по гидротермическому режиму условий третьего вегетационного сезона наблюдалось значительное усиление их влияния на качественный состав плодов опытных растений, что подтверждалось существенным увеличением у них в 1,3–1,6 раза амплитуды разноориентированных сдвигов относительно эталонного сорта 'Ленинградский великан' по сравнению с предыдущим сезоном. При этом значения данного показателя у сортов 'Aurora' и 'Zojka' оказались сопоставимы с таковыми в первый год наблюдений, тогда как у сортов 'Wojtek' и 'Indigo gem' они превышали их в 1,3 раза, а у сорта 'Honey bee', напротив, уступали им в 1,4 раза, что свидетельствовало о соответствующей весьма высокой зависимости биохимического состава плодов новых интродуцированных сортов жимолости от погодных условий вегетационного периода. Наряду с этим на фоне погодных условий третьего вегетационного периода обозначились также существенные различия с предыдущими сезонами по интегральному уровню питательной и витаминной ценности плодов опытных растений. Так, впервые в трехлетнем цикле наблюдений суммарные значения позитивных сдвигов в их биохимическом составе у сортов 'Wojtek', 'Indigo gem' и 'Honey bee' превысили таковые отрицательных в 1,1–1,6 раза, что свидетельствовало о более высоком, чем у стандартного сорта, качестве их плодов, а у сорта 'Zojka' они, напротив, оказались ниже 1,0, что указывало на соответствующее снижение данного интегрального показателя.

Столь выразительные изменения в биохимическом составе плодов жимолости на фоне погодных условий третьего вегетационного сезона заметно отразились на последовательности тестируемых сортов в ряду снижения интегрального уров-

ня питательной и витаминной ценности по совокупности 14 характеристик, обрешшей следующий вид:

‘Honey bee’ > ‘Wojtek’ > ‘Indigo gem’ >
> ‘Ленинградский великан’ > ‘Zojka’ >
> ‘Aurora’.

Как видим, в приведенной последовательности таксонов жимолости наиболее устойчивой в трехлетнем цикле наблюдений оказалась позиция сорта ‘Aurora’, замыкавшего этот ряд и характеризовавшегося самым низким качеством плодов, уступавшим по данному признаку лидирующему сорту в 5,3 раза.

В связи со значительным влиянием гидротермического режима сезона на биохимический состав плодов данного вида, для объективной оценки перспективности новых интродуцированных сортов при выращивании в местных условиях, представляется целесообразным ориентироваться на усредненные в трехлетнем цикле наблюдений показатели разноориентированных различий со стандартным сортом, приведенные в таблице 3. В этом случае получена нижеприведенная последовательность интродуцированных сортов жимолости в ряду снижения интегрального уровня питательной и витаминной ценности плодов:

‘Zojka’ = ‘Wojtek’ = ‘Ленинградский великан’ > ‘Honey bee’ > ‘Indigo gem’ >
> ‘Aurora’.

Как видим, она практически полностью совпала с установленной в первые два года исследований при лидирующем положении сортов ‘Zojka’ и ‘Wojtek’, характеризовавшихся сопоставимым с районированным сортом ‘Ленинградский великан’ качеством плодов по совокупности 14 показателей, но при этом степень генотипических различий по данному признаку оказалась менее выраженной при отставании замыкавшего этот ряд сорта ‘Aurora’ от лидирующих таксонов в 3,3 раза.

Таким образом, на фоне выявленной в трехлетнем цикле наблюдений отчетливо выраженной зависимости биохимических характеристик плодов жимолости синей от генотипа растений, в первый год наблюдений (2021) наиболее высоким в таксономическом ряду интегральным уровнем их питательной и витаминной ценности по совокупности 14 анализируемых признаков, превосходившим в 1,8 раза таковой районированного сорта ‘Ленинградский великан’ и сопоставимого с ним по данному признаку сорта ‘Wojtek’, а остальных сортов в 2,3–4,5 раза, характеризовался единственный сорт ‘Zojka’, тогда как наименьшим – сорт ‘Aurora’. Во второй год наблюдений (2022), несмотря на существенные межсезонные различия биохимических характеристик плодов, расположение сортов жимолости в ряду снижения интегрального уровня их питательной и витаминной ценности оказалось идентичным таковому в предыдущем сезоне при лидирующем положении со значительным отрывом от остальных таксонов сорта ‘Zojka’ и замыкавшим этот ряд сорта ‘Aurora’. Однако сортовые различия данного признака проявились с иной степенью выразительности по сравнению с первым сезоном, поскольку у сорта ‘Zojka’ он оказался сопоставимым с таковым стандартного сорта при отставании от них остальных тестируемых объектов в этом плане в 1,3–10 раз, наиболее значительном у сорта ‘Aurora’. В экстремальных по гидротермическому режиму условиях третьего вегетационного сезона (2023) наблюдалось значительное усиление их влияния на качественный состав плодов опытных растений на фоне существенных различий с предыдущими сезонами по интегральному уровню питательной и витаминной ценности плодов, впервые оказавшейся у сортов ‘Wojtek’, ‘Indigo gem’ и ‘Honey bee’ выше в 1,1–1,6 раза, нежели у районированного сорта ‘Ленинградский великан’, а у сорта ‘Zojka’, напротив, в 1,4 раза ниже.

На основании усредненных в трех-летнем цикле наблюдений результатов биохимических исследований выявлена нижеприведенная последовательность интродуцированных сортов в ряду снижения интегрального уровня питательной и витаминной ценности плодов по совокупности 14 показателей:

‘Zojka’ = ‘Wojtek’ = ‘Ленинградский великан’ > ‘Honey bee’ > ‘Indigo gem’ > ‘Aurora’,

свидетельствующая о том, что среди новых тестируемых таксонов жимолости синей наиболее перспективными по качественному составу плодов, сопоставимому с таковым у районированного сорта ‘Ленинградский великан’, следовало признать сорта ‘Zojka’ и ‘Wojtek’, тогда как наименее перспективным – замыкавший этот ряд сорт ‘Auroга’, отстававший по данному признаку от лидирующих таксонов в 3,3 раза.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Способ ранжирования таксонов растения / Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск: Патент на изобретение № 17648 от 08.07.2013.
2. Формирование биохимического состава плодов видов семейства *Ericaceae* (Вересковые) при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.]; под ред. акад. В.И. Парфенова. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 307 с.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД НА МОРФОГЕНЕЗ И НАКОПЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В РАСТЕНИЯХ БРУСНИКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*VACCINIUM VITIS-IDAEA*) СОРТА КОРАЛЛ

О. В. Чижик, Т. В. Мазур, Е. Б. Кардаш

*ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Характерной особенностью клеток растений является способность к синтезу соединений так называемого вторичного метаболизма, к которым относятся фенольные соединения, алкалоиды, стероиды, терпеноиды и другие вещества. Соединения вторичного метаболизма, в отличие от первичных метаболитов, имеют функциональное значение не на уровне клетки, а на уровне целого растения. Чаще всего эти вещества выполняют «экологические» функции, т. е. защищают растение от различных вредителей и патогенов, участвуют в размножении растений, придавая окраску и запах цветам и плодам, обеспечивают взаимодействие растений между собой и с другими организмами в экосистеме [1].

Интенсивность синтеза вторичных метаболитов напрямую зависит от условий окружающей среды. На синтез вторичных метаболитов в растениях культуры *in vitro* наибольшее влияние оказывают компоненты питательной среды, на которой культивируется растение. В данной работе оценивалось влияние бактериального меланина (БМ) и янтарной кислоты (ЯК) как уникальных компонентов среды культивирования.

Бактериальный меланин — водорастворимый высокомолекулярный полимер, получаемый из штаммов *Bacillus*

thuringiensis. Он оказывает стимулирующее действие на рост, развитие и урожайность растений *in vivo* за счет усиленного развития корневой системы, что может свидетельствовать о наличии у него ауксиноподобного действия [2]. Также было показано, что БМ повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды и увеличивает продолжительность онтогенеза растений [3].

Янтарная кислота для растений — это регулятор роста, стрессовый адаптоген. Она улучшает протекание межклеточного обмена, что способствует лучшему усвоению питательных веществ из окружающей среды, а также повышает общий иммунитет растений (растения легче переносят влияние внешних факторов культивирования) [4].

Целью наших исследований являлась оптимизация питательных сред для микроклонального размножения брусники обыкновенной (*V. vitis-idaea*) сорта 'Коралл' в условиях *in vitro* и исследование влияния БМ и ЯК на вторичный метаболизм растений.

На этапе культивирования микрочеренков брусники в питательную среду добавляли бактериальный меланин в концентрации 20 и 25 мг/л взамен ауксина (ИУК) и янтарную кислоту в концен-

трации 2 и 4 мг/л. В качестве контроля для размножения брусники использовали питательные среды с добавлением стандартных регуляторов роста: 5 мг/л 2иП и 5 мг/л 2иП + 1 мг/л ИУК. Спустя 6 недель

культивирования считали процент жизнеспособных эксплантов, количество побегов на эксплант и длину нового побега. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица – Эффективность морфогенеза *V. vitis-idaea* сорта ‘Коралл’ на разных питательных средах

Вариант среды	Жизнеспособность эксплантов, %	Количество побегов на эксплант, шт.	Длина новых побегов, см
5 мг/л 2иП (контроль 1)	83,33	2,94±0,86	1,88±0,43
5 мг/л 2иП+1 мг/л ИУК (контроль 2)	75,27	3,70±0,61	1,69±0,11
5 мг/л 2иП + 20 мг/л БМ	92,85	3,87±0,73	1,50±0,26
5 мг/л 2иП + 25 мг/л БМ	80,95	2,78±0,23	1,42±0,29
5 мг/л 2иП + 1 мг/л ИУК+ 2 мг/л ЯК	88,09	3,96±0,69	1,73±0,12
5 мг/л 2иП + 1 мг/л ИУК+ 4 мг/л ЯК	88,09	4,15±0,54	1,94±0,32
5 мг/л 2иП + 4 мг/л ЯК	88,09	4,29±0,57	1,64±0,28
4 мг/л ЯК	90,08	1,06±0,13	1,35±0,29

Отмечено более быстрое набухание и активация роста пазушных почек (на 5-е сутки после посадки) по сравнению с контролем (на 7–8-е сутки после посадки) при культивировании черенков на средах, содержащих бактериальный меланин и янтарную кислоту. Спустя 10–14 дней из части пазушных и верхушечных почек эксплантов начали развиваться новые побеги, а через 4 недели культивирования произошел значительный рост побегов. Разница по интенсивности роста и количеству новых побегов между определенными вариантами сред стала очевидна. Максимальное количество побегов на эксплант зафиксировано на среде, содержащей 5 мг/л 2иП + 4 мг/л ЯК, и составило 4,29±0,57, что на 13,75 % больше по сравнению с контролем 2 и на 31,46 % по сравнению с контролем 1 (см. таблицу 1). Жизнеспособность эксплантов была высокая на среде с добавлением в питательную среду БМ в концентрации 20 мг/л в сочетании с гормоном 2иП (92,85 %) и на средах с добавлением янтарной кислоты (88,09 %). Жизнеспособность черенков на контрольном варианте среды 1 составила 83,33 %, а на контрольном варианте 2 – 75,27 %. Максимальная длина побегов от-

мечена на питательной среде с добавлением 5 мг/л 2иП + 1 мг/л ИУК + 4 мг/л ЯК и составила 1,94±0,32 см.

В связи с этим для дальнейшей оценки вторичного метаболизма использовали питательные среды следующего состава: WPM + 5 мг/л 2иП + 1 мг/л ИУК (в качестве контроля); WPM + 5 мг/л 2иП + 20 мг/л БМ; WPM + 5 мг/л 2иП + 1 мг/л ИУК + 4 мг/л ЯК.

Определено содержание биологически активных веществ в экстрактах, полученных из листьев *in vitro* растений брусники (сорт ‘Коралл’). Для растений, культивируемых на вышеперечисленных средах, определяли общее содержание фенольных соединений (ФС) (рисунок 1), флавоноидов (ФВ) (рисунок 2) и оксикоричных кислот (ОКК) (рисунок 3). Для всех исследуемых групп биологически активных веществ максимальные показатели были зафиксированы в экстрактах листьев растений, выращенных на питательной среде с добавлением бактериального меланина в концентрации 20 мг/л. На этом варианте среды содержание ФС было выше на 95,27 % по сравнению с контрольной средой, количество ФВ – на 43,75 %, а ОКК – на 46,43 %.

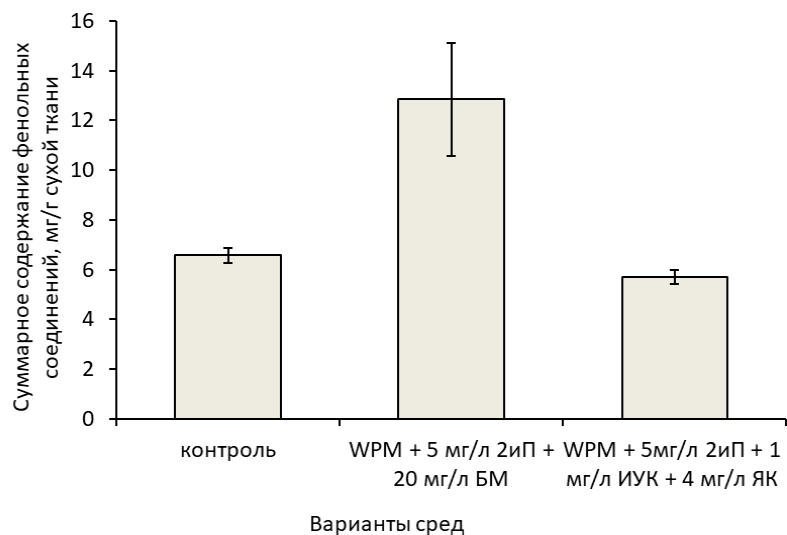


Рисунок 1 – Суммарное содержание фенольных соединений в листьях *V. vitis-idaea* сорта ‘Коралл’ в условиях *in vitro* на разных питательных средах

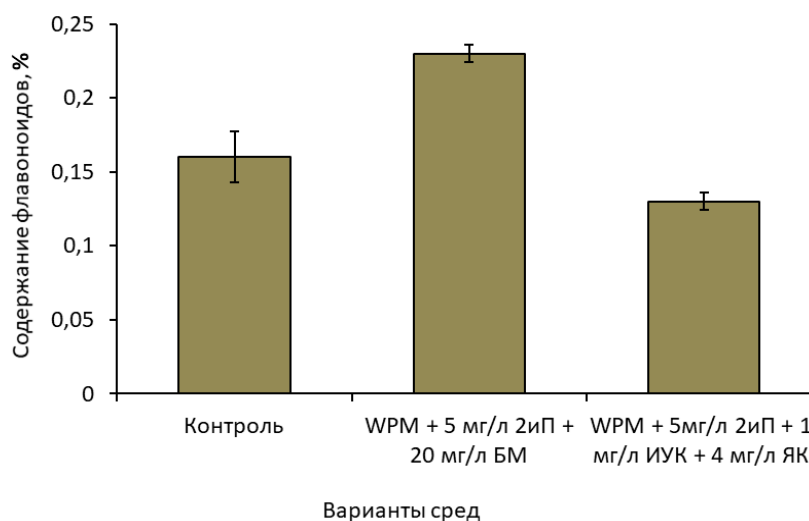


Рисунок 2 – Содержание флавоноидов в листьях *V. vitis-idaea* сорта ‘Коралл’ в условиях *in vitro* на разных питательных средах

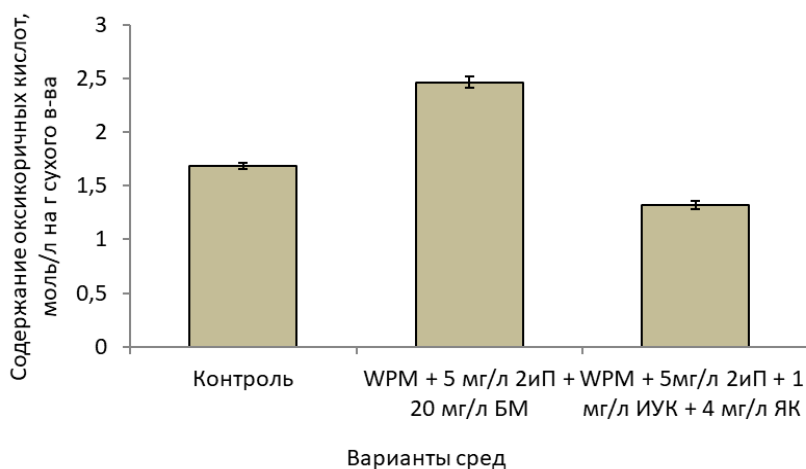


Рисунок 3 – Содержание оксикоричных кислот в листьях *V. vitis-idaea* сорта ‘Коралл’ в условиях *in vitro* на разных питательных средах

Наименьшие количества определяемых вторичных метаболитов были отмечены в экстрактах листьев растений, выращенных на питательной среде с добавлением янтарной кислоты в концентрации 4 мг/л в синергизме с гормонами роста (2иП 5 мг/л и ИУК 1 мг/л): суммарное содержание ФС на данной среде было меньше на 13,53 %, ФВ – 18,75 %, а ОКК – на 21,43 % по сравнению с экстрактами листьев растений, культивируемых на контрольной среде (см. рисунки 1–3).

Таким образом, в результате исследований установлено, что бактериальный меланин оказывает ауксиноподобное действие и стимулирует ризогенез, что можно использовать на этапе укоренения в технологии микрклонального размножения брусники обыкновенной сорто-

вой. При этом бактериальный меланин способствует накоплению вторичных метаболитов фенольной природы в листьях, что найдет применение в фармацевтической промышленности. Добавление в среду культивирования янтарной кислоты приводит к снижению содержания биологически активных веществ, что свидетельствует об увеличении адаптивного потенциала растения и уменьшении стрессовой нагрузки. Полученные данные находят свое применение на этапе микрклонального размножения, когда у растений происходит активный набор биомассы.

Бактериальный меланин предоставлен РНПЦ «Армбиотехнологии» ГНКО НАН РА в рамках совместных исследований по проекту БРФФИ № Б21АРМ-026.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Edreva, A. Stress-protective role of secondary metabolites: Diversity of functions and mechanisms / A. Edreva, V. Velikova, T. Tsonev // Gen. Appl. Plant Physiol. – 2007. – Vol. 34.
2. Tonoyan, L. E. The Study of Bacterial Melanin Influence / L. E. Tonoyan // XXXVIII ESNA Annual Meeting “New Methods in Agricultural Improvement and Hazard Assessment”: Thesis of Conf. 2008. – P. 185.
3. Влияние бактериального меланина на рост и развитие огурца в культуре *in vitro* и *in vivo* / Л. Е. Тоноян [и др.] // Ученые записки Ереванского государственного университета 2010, № 1 – С. 50–55.
4. Антистрессовые эффекты янтарной кислоты на растение / Э. М. Коф [и др.] // Тез. докл. 5-й Межд. конф. «Регуляторы роста и развитие растений. – М., 1999. – С. 197–108.

ИНТРОДУКЦИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВИДОВ И СОРТОВ РОДА *AMELANCHIER MEDIC* В ЦБС НАН БЕЛАРУСИ

Т. В. Шпитальная

ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

Коллекционный фонд ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» постоянно пополняется новыми нетрадиционными растениями, что создает дополнительные возможности для расширения ассортимента малораспространенных ягодных культур. Особый интерес вызывает такое растение, как ирга (*Amelanchier Medic.*), которое пользуется большой популярностью и является перспективной культурой для любительского садоводства в Беларуси. Растение может использоваться как плодое, так и декоративное; плоды обладают уникальными целебными качествами, а сама культура является необычным элементом любого ландшафта.

Цель настоящих исследований заключалась во всестороннем анализе интродукционных видов и сортов ирги в Центральном ботаническом саду и определении перспективы их использования в Республике Беларусь. Интродукционные исследования выполнялись в лаборатории интродукции древесных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси.

Ирга – семейство *Rosaceae* Juss., род *Amelanchier Medic.* – быстрорастущий листопадный кустарник или небольшое деревце. Научное название рода, по-видимому, образовано от провансальского слова «amelanche», указывающего на медовый

вкус плодов. У нее есть и другие названия – северный виноград, пирус, винная ягода, каринка [3].

Ирга – отличный медонос, цветет в конце мая – начале июня, белоснежные цветки собраны в довольно крупные поникающие кисти. Ягоды округло-удлиненные, в начале созревания розово-красные, затем фиолетово-сиреневые, в полной спелости иссиня-черные с сизым восковым налетом, созревают в июле-августе. Плоды содержат большое количество пектина, из-за чего сок быстро желирует, в них огромное количество сахаров, а кислоты практически отсутствуют. Обилие витамина Р позволяет рекомендовать плоды ирги для укрепления стенок сосудов, предупреждения инфаркта миокарда и варикозного расширения вен. По содержанию каротина она превосходит вишню и ежевику, витамина С – яблоки.

Размножают иргу посевом семян, черенкованием, корневой порослью и делением куста. Разрастание кустов идет за счет корневых отпрысков.

Известно более 30 видов ирги, произрастающих в умеренном поясе Северного полушария: Россия, Северная Америка, Северная Африка, Центральная и Южная Европа, Кавказ, Крым, Япония. В качестве плодового растения с XVI века иргу возделывали в Англии, затем – в Голландии. В XIX веке были осуществлены первые

промышленные посадки в США и Канаде. В России в XIX веке иргу начал выращивать И. В. Мичурин [2, 4].

В Центральном ботаническом саду интродуцирован ряд видов ирги – *Amelanchier alnifolia* Nutt., *bartramiana* (Tausch) M. Roem, *canadensis* (L.) Medik., *florida* Lindl., *laevis* Wiegand, *ovalis* Medik., *pumila* Nutt. ex Torr. et A.Gray, *spicata* K. Koch. [2, 3]. Среди такого большого количества видов в культуре более распространены ирга ольхолистная, канадская, Ламарка, круглолистная, колосистая.

Ирга ольхолистная. Родина – Северная Америка. В диком виде кроме исконных мест произрастания встречается в Крыму и на Кавказе. Побеги быстрорастущие, прямые, ровные, темно-серые, высотой до 6 м. Листья зеленые, матовые, овальные или почти круглые, до 5 см длиной, край имеет характерную зазубренность, жилки явно читаемые, светлые. Цветы белые, 2–3 см диаметром, собраны в крупные соцветия до 20 шт. на кисти. Самоопыляемое. Плоды крупные (до 1,5 см в диаметре), овальные, иссиня-черного цвета. Нетребовательна к типу почвы. В ягодах ирги содержатся сахаристые вещества, пектины, каротин, витамины группы В, аскорбиновая кислота, дубильные вещества. Кустарник является прекрасным медоносом. Корневая система мощная, хорошо развитая, глубина проникновения в почву – до 2 м. Положительными качествами являются более высокая урожайность, отсутствие неконтролируемой корневой поросли, долгий срок жизни (до 70 лет), высокая теневыносливость.

К ирге ольхолистной относятся следующие сорта: ‘Яблочко’, ‘Звездная ночь’, ‘Красноярская’, ‘Медовая’, ‘Лакомка’, ‘Северный Полюс’ (Россия). В Госреестр России внесен сорт ирги ‘Звездная ночь’ (2016 г.). Куст среднерослый, среднераскидистый, до 3 м высотой. Цветение происходит в мае, плодоносит в первых числах июля. Первое плодоношение начинается с 5 лет. Созревание ягод растянутое. Ягоды крупные, 1,2–2,0 г, овальной формы, фиолетово-синие, с тонкой кожицей. Вкус ягод сладко-кислый, с нежным ароматом. Дегустационная оценка – 4,8 балла. На одной кисти образуется 10–15 ягод. Урожайность – 7,6–8 кг с куста. Прикорневой поросли образует мало. Предпочитает расти на солнечных участках, но неплохо переносит и полутень. Морозостойкость –40 °С [1].

В ЦБС интродуцирован сорт ирги ольхолистной ‘Красноярская’. Позднеспелый сорт российской селекции. Плодово-декоративный кустарник высотой до 3,5 м. С одного куста собирают до 10 кг плодов. Ягоды созревают в июле, они крупные – диаметром 10–15 мм. Кожица пурпурная, мякоть сочная и душистая. Масса одной ягоды – от 1 до 4 г. Во вкусе – кислинка, чем спелее ягоды, тем лучше их вкус. Отечественный сорт. Относится к ольхолистному виду ирги. Одним из главных его достоинств является морозостойкость и высокая урожайность.

Сроки созревания, размер и вкус сортов ирги ольхолистной ‘Слейт’, ‘Смоуки’, ‘Тиссен’, ‘Хонивуд’ (Канада) представлены в таблице.

Таблица – Характеристика сортов ирги ольхолистной

Сорт	Сроки созревания	Размер, мм / вкус, баллов
‘Слейт’	Ранее, дружное	До 14 / сладкий, 5
‘Смоуки’	Позднее, растянутое	До 16 / сладкий, 5
‘Тиссен’	Среднее, растянутое	До 18 / сладкий, 4,8
‘Хонивуд’	Позднее, дружное	До 16 / сладкий, 5

Среди вышеперечисленных сортов — сорт ‘Слейт’ самый популярный и больше всего используется для украшения участков. Отличительной особенностью сорта ‘Альтаглоу’ является окраска плодов — кремово-белого цвета [1].

Ирга круглолистная, или овальнолистная. В диком виде это растение встречается в Центральной и Южной Европе, в Крыму и на Кавказе, даже в Северной Африке. Листопадный кустарник или небольшое дерево. Крона раскидистая. Прямые, ровные, до 4 м высотой побеги. Цвет коры — от оливкового до коричневого. Листья зеленые, яйцевидной формы, с волнистым краем, 8–12 см длиной. Цветы мелкие, белые, собраны в соцветия по 3–10 шт. Самоопыляемое. Шарообразные или грушевидные плоды небольшие, диаметр — 8 мм. Цвет кожицы — фиолетово-черный, а мякоти — малиновый. У сладких ягод — медово-коричный привкус. Корневая система поверхностная, хорошо развитая. Ягоды ирги круглолистной содержат большое количество биологически активных веществ, в них содержатся витамины группы В, С, Р, каротин, сахара, дубильные вещества, пектины. Высокая зимостойкость. Нетребовательна к почве. Медонос. Предпочитает солнечные участки; активно формирует корневую поросль; несмотря на хороший иммунитет, повышенная влажность провоцирует серую гниль.

Известен один сорт ирги круглолистной — ‘Пирсон’, выведенный канадскими селекционерами. Сорт отличается дружным созреванием плодов. Ягоды универсальны в использовании: для употребления в свежем виде, для переработки и консервирования. Высокий иммунитет к болезням [1].

Ирга канадская. Родина — Северная Америка. Высота кустарника — 3–3,5 м, в природе канадская ирга вырастает до 15–18 м. Крона большая, округлая. Гладкая кора коричневого оттенка. Побеги изгибаются, красноватые. Яйцевидные мел-

копильчатые листья длиной 5–6 см на коротких, 1,5 см, черешках; опушенные, с серебристым отливом, осенью бордовые. Цветки с белыми узкими лепестками, диаметром до 2–2,5 см, собраны в кисти по 3–10 шт., привлекают пчел, не боятся заморозков (–7 °С). Распускаются с конца апреля и цветут 2 недели. Растение вступает в активное плодоношение с 10 лет до 30–40-летнего возраста. С одного куста собирают 6–18 кг ягод в зависимости от сорта. Округлые, приятного вкуса ягоды в форме яблочка весом 1 г, шириной 14–18 мм, созревают неравномерно, с середины июля до конца августа. Преимущества канадской ирги: высокая морозостойкость и устойчивость к ветрам; не требует регулярных поливов, а особенности заключаются в том, что необходимо организовывать защиту от нашествия птиц. Предпочитает солнечные участки; повышения урожая добиваются весенней обрезкой пасынков; растение хорошо размножается черенками и плохо — семенами; нетребовательность к почвам — растет на засоленных и щелочных грунтах.

Этот вид ирги является «прародителем» большинства сортов и гибридов. Центром селекционной работы на протяжении последних 60 лет является Канада, где получены сорта: ‘Альтаглоу’ с плодами белого цвета, крупноплодный ‘Форестбург’ с плодами традиционной темно-фиолетовой окраски, которых в кисти более 11 шт.; ароматный ‘Пембина’ — один из лучших по урожайности сортов, который обладает низкой способностью к образованию поросли. Хорошо зарекомендовали себя зимостойкие и сладкие ‘Мунлейк’, ‘Нельсон’, ‘Старджион’, ‘Регент’, но эти сорта встречаются редко [4].

Ирга колосистая. Невысокий декоративный кустарник с густой и широкой кроной. В высоту достигает 4–5 м, но обычно, формируя крону, его обрезают до 2–2,5 м. Листья покрыты войлочным пухом, белесые или серебристые. Цветки белого или нежно-розового цвета. Диаметр ягод 9–

10 мм. Созревание — первая декада августа. Цвет плодов почти черный, с красным отливом. Сладкие, но вкус посредственный. Ирга колосистая засухоустойчива; нетребовательна к почве; не требуется обрезание пасынков; при посадке в ряд служит отличной изгородью. Плоды с пресным вкусом, активно склевываются птицами; часто поражается гусеницей-листоверткой; благодаря обрезке куст приобретает любую форму. Может быть использован как подвой; укрепляет почвы, склонные к эрозии.

Ирга Ламарка. Это самый декоративный вид. Ранее считалось, что ирга Ламарка — мутация канадского вида. Сегодня ботаники выделили ее в самостоятельный вид. От других разновидностей она отличается особо крупными плодами и листьями, а также обильностью цветения. Родом ирга Ламарка из Северной Америки. Высота кустарника — до 5 м. Крона раскидистая. Листья узкие, зубчатые. Цветки белоснежные или немного желтоватые, без запаха. Ягоды сочные и сладкие, синефиолетового цвета. Урожай с куста — 6–7 кг. Ее главная функция — озеленительно-декоративная. Преимущества ирги Ламарка: морозостойкость до -35°C ; плодоношение на любых грунтах, кроме болотистых; высокая засухоустойчивость; редко поражается болезнями и вредителями; превосходный медонос [4].

‘Принц Вильям’. Этот среднеспелый сорт запатентован в США в 1987 году. Ирга ‘Принц Вильям’ формирует относительно

невысокий для ирги многоствольный куст (до 2,5–3 м высотой) с изящной формой кроны. Цветение начинается в апреле-мае. Цветет обильно пышными белыми кистями, состоящими из 15–18 цветков. Ягоды крупные, диаметром 1,5–1,7 см, округлые, пурпурно-фиолетовые с восковым налетом, мясистые, сочные, сладкие. Созревание дружное, практически одновременное, что облегчает сбор ягод. Высокая морозостойкость и устойчивость к болезням и вредителям. Количество поросли умеренное. Растение предпочитает хорошо освещенные места. Почва должна быть рыхлой, плодородной с низкой кислотностью. Морозостойкость до -38°C [1].

В результате проведенных интродукционных исследований отмечено, что виды и сорта ирги обладают крупноплодностью; самоопыляемостью; ежегодной стабильной урожайностью, обильным цветением, декоративными плодами, нетребовательностью к почвам, засухоустойчивостью, скороплодностью, быстрым ростом, зимостойкостью, ежегодным плодоношением. Это один из выносливых подвоев для карликовых груш и яблонь. Ирга канадская нашла свое применение в ландшафтном дизайне. Культура легко переносит стрижку, благодаря активному приросту кусты высаживают как живую изгородь. Может быть использована в качестве солитера. Универсальное применение и особый вкус ягод делает эту культуру незаменимой на любом садовом участке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мармура, С. Лучшие сорта ирги с описанием, фото и отзывами садоводов [Электронный ресурс] / С. Мармура. — Режим доступа: <https://dachnyuchastok.ru/luchshie-sorta-irgi/>. — Дата доступа: 03.08.2021.

2. Каталог сосудистых растений Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (открытый грунт) / сост. И. К. Володько [и др.]; науч. ред.: В. Н. Решетников, В. В. Титок. — Минск: Тэхналогія, 2010. — С. 76–77.

3. Древесные растения Центрального ботанического сада НАН БССР. — Минск: Наука и техника, 1982 — С. 116–118.

4. *Amelanchier canadensis* (L.) Medik // Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.plantarium.ru/page/view/item/2606.html>. — Дата доступа: 18.08.2023.

Научное издание

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ВЫРАЩИВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАН

Материалы Международного научно-практического семинара
(Минск, 27–29 сентября 2023 года)

Ответственный за выпуск П. Н. Белый

Компьютерная верстка *Е. А. Титовой*
Дизайн обложки *Н. П. Засуевич*
Корректор *О. А. Соусь*

Подписано в печать 21.09.2023. Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 8.84. Уч.-изд. л. 4,69. Тираж 100 экз. Заказ № 321.

Республиканское унитарное предприятие
«Информационно-вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь».
Свидетельства о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/161 от 27.01.2014, № 2/41 от 29.01.2014.
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.