

Национальная академия наук Беларуси
Центральный ботанический сад

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

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

Минск
«Медисонт»
2021

УДК 634.7
ББК 42.358-4я43
О-62

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

Редакционная коллегия:

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

Рецензенты:

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

Иллюстрации предоставлены авторами публикаций

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

ISBN 978-985-7261-71-0.

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

УДК 634.7
ББК 42.358-4я43

ISBN 978-985-7261-71-0

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

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

Я. С. Камельчук¹, Н. А. Ламан²

¹Беларусь, Пинск, Полесский государственный университет

²Беларусь, Минск, Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси

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

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

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

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

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

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

Результаты анализа исследованных у адаптантов показателей приведены в таблице 1.

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

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

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

Примечание.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Примечание.

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

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

Список использованной литературы

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

Содержание

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

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