

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 ягод-  
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

## 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
	<b>M±m</b>	<b>26,2±3,1</b>	<b>23,0±4,3</b>	<b>39,6±3,6</b>	<b>23,0±3,7</b>	<b>49,0±4,3</b>	<b>42,1±4,5</b>
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
	<b>M±m</b>	<b>44,6±4,2</b>	<b>24,1±3,7</b>	<b>34,6±4,5</b>	<b>38,8±2,9</b>	<b>33,9±3,9</b>	<b>42,5±4,6</b>
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
	<b>M±m</b>	<b>38,9±4,6</b>	<b>48,2±4,1</b>	<b>38,6±4,2</b>	<b>29,2±4,2</b>	<b>40,2±4,6</b>	<b>33,8±4,3</b>

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.