

Национальная академия наук Беларуси
Центральный ботанический сад

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

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

Минск
«Медисонт»
2017

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

Редакционная коллегия:

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

Рецензенты:

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

Иллюстрации предоставлены авторами публикаций

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

ISBN 978-9857-136-61-2.

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

УДК 634.738-15(082)

ББК 42.358-4я43

ISBN 978-9857-136-61-2

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

Развитие микоризы у сортовой голубики при использовании удобрений на выработанном торфянике

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

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

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

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

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

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

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

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

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

зовании минеральных и микробных удобрений на участке вырботанного торфяного месторождения.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Список литературы

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