

УДК 634.8.037

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЧВЕННО-БИОТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ВИНОГРАДНЫХ ШКОЛОК НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ГРИБАМИ АРБУСКУЛЯРНОЙ МИКОРИЗЫ

Юрков А.П., канд. биол. наук, **Якоби Л.М.**, канд. биол. наук

Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии Россельхозакадемии (Санкт-Петербург)

Юрченко Е.Г., канд. с.-х. наук, **Грачева Н.П.**, канд. биол. наук, **Политова З.С.**

Государственное научное учреждение Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства Россельхозакадемии (Краснодар)

Курило П.В., Мороз Н.Б.

ООО «Фанагория-Агро» (Темрюкский район, Краснодарский край)

Реферат. Приведены данные по влиянию припосадочной обработки саженцев винограда в школке биопрепаратом на основе грибов арбускулярной микоризы. Отмечена оптимизация энергии ростовых процессов, интенсивности ризогенеза, что положительно сказалось на стандартности саженцев. Показано, что обработка саженцев винограда грибами арбускулярной микоризы способствует восстановлению почвенного плодородия.

Ключевые слова: виноградные саженцы, арбускулярная микориза, продуктивность, ризогенез, стандартность, почвенный микробиоценоз, минерализация ризосферы

Summary. The data on the influence of grapes plants processing by biological preparation on the basis of arbuscular mycorrhizal fungi are presented. The optimization of growth energy, root genesis and seedling standard are noted. It is shown that processing of grapes seedling of arbuscular mycorrhizal fungi promotes the restoration of soil fertility.

Key words: grape planting, arbuscular mycorrhizal, productivity, rootgenesis, standard norm, soil microbio-cenosis, mineralization of risosphere

Введение. В настоящее время широкое распространение приобретают методы оптимизации биологической продуктивности растений с помощью регуляторов роста, удобрений, активаторов болезнестойчивости и др. химической и биологической природы. Преимуществом биопрепаратов на основе эффективных штаммов бактерий и грибов является способность последних усиливать питание растений за счет мобилизации макро- и микроэлементов почвы. Одним из наиболее широко распространенных растительно-микробных симбиозов является арбускулярная микориза (АМ) [1]. В образовании АМ участвуют грибы типа *Glomeromycota* и около 85% всех наземных растений [2]. Грибы АМ характеризуются отсутствием специфичности во взаимодействии с растением-хозяином, являются облигатными симбионтами, то есть не способны к самостоятельному росту и развитию без растения-хозяина.

АМ способствует минеральному питанию растений. Особое значение АМ имеет в адаптации растений к условиям низкого уровня доступного для питания растений фосфора (Р_д) в почве [3]. В силу низкой подвижности фосфорных соединений в почве влияние АМ на фосфорное питание растений актуально как на бедных, так и на среднекультуренных почвах. Активность АМ выявляется также на хорошо окультуренных почвах у высокосимбиотрофных растений. Высокая значимость АМ для растений определила интерес исследователей к изучению механизмов, управляющих становлением и развитием эффективного АМ-симбиоза. В настоящее время активно проводятся эксперименты, направленные на разработку способов усиления развития АМ с целью получения эффективных биопрепаратов на основе грибов АМ.

Грибы АМ оказывают общестимулирующее влияние на растения, в результате которого значительно возрастает урожайность сельскохозяйственных культур [4, 5, 6]. Растение снабжает микосимбионта глюкозой, и без этого механизма грибы АМ не имели бы возможности выжить, поскольку являются облигатными симбионтами растений (Вago et al. 1999, 2000). В свою очередь грибы АМ оказывают оздоравливающий эффект, защищая растение от корневых патогенов путем синтеза антибиотиков или конкуренции за субстрат, либо за счет индукции иммунных реакций у растения-хозяина [7, 8, 9].

АМ может изменять гормональный статус растений, влияя на содержание ауксинов, гиббереллинов, абсцизовой кислоты и цитокининов (Allen O.N., Allen E.K., 1980; Danneberg et al., 1992; Allen M.F. et al., 1982). В процессе взаимодействия фитобионта с грибами АМ и патогенными микроорганизмами возможен целый каскад гормональных перестроек у растения-хозяина, который влечет адаптацию растения к стресс-факторам биотической и абиотической природы. Это свидетельствует о перспективности применения грибов АМ для разработки биопрепаратов для растений защитного и стимулирующего действия.

Целью настоящего исследования было изучить возможность использования грибов АМ в технологиях производства саженцев винограда в школке для повышения стандартности в условиях экологизированного земледелия.

Объекты и методы исследований. Объектами в исследованиях были почва (южный карбонатный чернозем) и саженцы винограда сорта Саперави, привитые на подвой Кобер 5ББ. Саперави – перспективный технический сорт, принадлежит к черноморской эколого-географической группе европейского винограда (*Vitis vinifera convar pontica* Negr. *subconvar. georgica-caspica* Gram.) по Трошину [10].

Исследования проводились методом полевого опыта, который был заложен в 2012 году на территории школки ООО агрофирмы «Фанагория-Агро» Темрюкского района Краснодарского края в 4-х повторностях, по 50 учетных растений в каждой повторности. Посадка саженцев производилась по принятой в хозяйстве технологии с поливом под бур. Микроорганизмы вносились с помощью полива водными растворами микробных биопрепаратов при посадке саженцев. Саженцы в школке выращивались с применением мульчирующей пленки при использовании капельного орошения.

Схема опыта.

Контроль – без искусственного применения микроорганизмов (спонтанная инокуляция корней почвенной микрофлорой).

Арбускулярная микориза (АМ) – полив саженцев раствором микробного препарата (на основе микроскопических грибов арбускулярной микоризы *Glomus spp.* в виде почвенно-корневого субстрата растений, выращенных в стерильной почве с низким содержанием фосфора).

Для определения показателей биологической продуктивности и стандартности виноградных саженцев использовали общепринятые отраслевые методики и ГОСТ РФ [11, 12, 13]. Численность микроорганизмов основных эколого-трофических групп оценивали методом посева почвенной суспензии на соответствующие питательные среды [14, 15]. Показатели интенсивности минерализационных процессов определяли по Енкиной и Коробскому [16]. Статистическую обработку данных проводили с помощью современных программ *Microsoft Excel*.

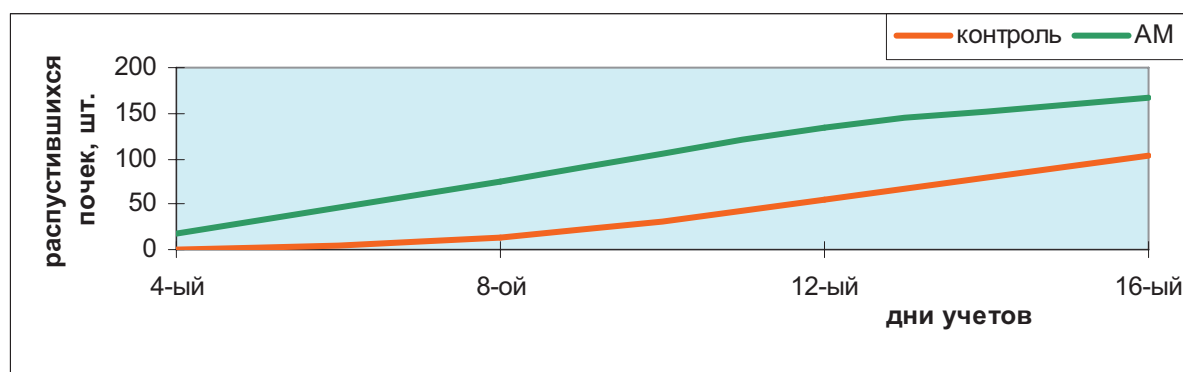
Выражаем искреннюю благодарность Бондарю Александру Васильевичу за проведенный структурный анализ почвенных образцов опытного участка.

Обсуждение результатов. Условия вегетации 2012 года отличались от среднесуточных. С начала мая установилась необычно жаркая погода, отклонение среднесуточ-

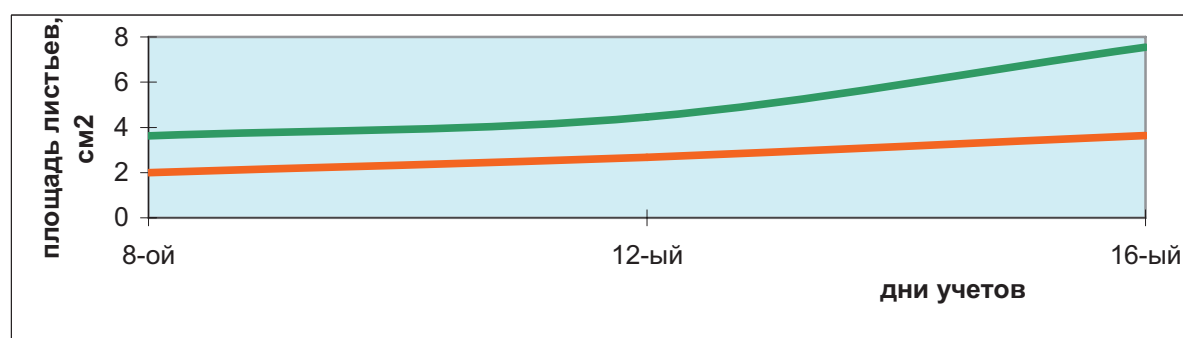
ных температур от среднемноголетних достигало в мае $4,0^{\circ}\text{C}$, в июне $4,1^{\circ}\text{C}$ (по данным метеостанции г. Темрюка). Максимальная температура воздуха на опытном участке в июне и августе достигала 42°C , в июле 44°C на фоне пониженной влажности воздуха. В таких абиотических условиях наблюдалось торможение начального роста и дальнейшего развития саженцев в школке (см. контроль, рис.).

Распускание и начальный рост побегов шли медленнее по сравнению с предыдущими годами. Припосадочная обработка растений грибами АМ положительно повлияла на адаптацию растений к стрессовым условиям среды, что выразилось в повышенной по сравнению с контролем динамике распускания и динамике начального нарастания листовой массы.

На протяжении всех учетов (в период с 8-ого по 16-й день после посадки) в опыте увеличение площади листовой поверхности в варианте обработки АМ опережало контроль примерно в 2 раза. В дальнейших наблюдениях за развитием саженцев в школке было отмечено оптимизирующее влияние обработки биопрепаратом на основе грибов АМ на биологическую продуктивность надземной части виноградных растений (табл. 1).



а) динамика распускания почек



б) динамика нарастания площади листьев

Рис. Влияние инокуляции корней виноградных саженцев грибами арбускулярной микоризы на начальную энергию роста, сорт Саперави, школка, ООО «Фанагория-Агро», 2012 г.

Проведенный анализ структурных элементов роста продуктивности зафиксировал достоверное увеличение площади листовой поверхности; значения среднего количества побегов и диаметра побегов находились в пределах ошибки опыта. Повышение интенсивности ризогенеза при обработке виноградных растений биопрепаратом (статистически значимое увеличение общего количества корней, корней более 2 мм и суммарной толщи-

ны корней) также говорит об эффективном оптимизирующем воздействии грибов АМ (табл. 2).

Таблица 1 – Влияние инокуляции корней виноградных саженцев грибами арбускулярной микоризы на биологическую продуктивность растений, сорт Саперави х Кобер5ВВ, школка, ООО «Фанагория-Агро», 2012 г. (учет через 9 недель после посадки)

Вариант	Микроорганизмы-продуценты	Показатели биологической продуктивности		
		средняя площадь листа, мм ²	среднее количество побегов, шт.	средний диаметр побегов, мм
Контроль	вода	64,2	2,31	0,36
Опыт	<i>Glomus spp.</i>	81,73*	3,0	0,41
НСР ₀₅		9,4712	0,9734	0,0812

Примечание: *здесь и далее статистически достоверно.

Таблица 2 – Влияние инокуляции корней виноградных саженцев грибами арбускулярной микоризы на ризогенез растений, сорт Саперави х Кобер5ВВ, школка, ООО «Фанагория-Агро», 2012 г. (учет в период выкопки школки, 1-ая декада ноября)

Вариант	Микроорганизмы-продуценты	Показатели ризогенной активности в среднем на 1 саженец		
		Общее количество корней, шт.	Кол-во основных корней (>2мм), шт.	Суммарная толщина корней, мм
Контроль	вода	18,2	5,2	29,1
Опыт	<i>Glomus spp.</i>	29,3*	13,8*	51,8*
НСР ₀₅		6,1109	5,9530	15,6433

Интегральным показателем эффективности агропрепаратов является отзывчивость саженцев на их применение, которая выражается в увеличении стандартности саженцев. Обработка грибами АМ повысила выход стандартных саженцев на 15,4% по сравнению с контрольным вариантом спонтанной инокуляции (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние инокуляции корней виноградных саженцев грибами арбускулярной микоризы на стандартность растений, сорт Саперави х Кобер5ВВ, школка, ООО «Фанагория-Агро», 2012 г.

Вариант	Микроорганизмы-продуценты	Выход стандартных саженцев, %
Контроль	вода	63,9
Опыт	<i>Glomus spp.</i>	79,3*
НСР ₀₅		6,1948

Перед закладкой опыта были проведены структурный и микробиологический анализы исходного образца почвы опытного участка. Почва школки имеет тяжелосуглинистый состав. Содержание физической глины в пахотном слое составляет 59,3 % и по профилю изменяется незначительно. В пахотном слое преобладают пыль (54,7 %) и ил (36,9 %). По соотношению сумм фракций относится к иловато-пылеватой тяжелосуглинистой разновидности. Установленный фактор дисперсности (20,1%) свидетельствует об отрицатель-

ных изменениях, происходящих в микроструктуре пахотного горизонта, – водоустойчивость почвенных агрегатов снижается пропорционально степени подверженности водной эрозии и антропогенному воздействию. В целом почва участка, согласно лимитирующим факторам, пригодна для выращивания культуры винограда.

В результате микробиологического анализа было выявлено, что в данной почве при наличии довольно значительного количества микроорганизмов различных эколого-трофических групп идут интенсивные минерализационные процессы (табл. 4).

В ходе исследований на это указало то, что на бедных питательных средах численность микроорганизмов была выше, чем на богатых органических. Подтверждением этого факта послужило также и то, что на крахмало-аммиачной среде была зафиксирована бо́льшая численность колоний микроорганизмов, чем на МПА.

Обработка микоризосодержащим биопрепаратом растений винограда повлияла на увеличение аммонификаторов в ризосфере, по сравнению с контролем (вариант спонтанного заселения) – количество этих видов при инокуляции АМ увеличилось в 1,6 раз. Группу аммонификаторов при анализе взаимоотношений между растениями и ризосферными микроорганизмами некоторые исследователи рассматривают как индикаторную, так как субстратом для роста этих микроорганизмов являются белковые вещества корневых выделений и отмершие фрагменты корней и корневых волосков [17].

Таблица 4 – Влияние инокуляции корней виноградных саженцев грибами арбускулярной микоризы на эколого-трофическую структуру микробобиоты и интенсивность минерализационных процессов в ризосфере, сорт Саперави х Кобер5ВВ, школка, ООО «Фанагория-Агро», 2012 г.

Микроорганизмы в пересчете на 1г сухой почвы	Исходный образец (до начала обработки)	Вариант опыта, ноябрь		НСР ₀₅
		<i>Glomus spp.</i>	контроль (вода)	
Аммонифицирующие, млн.	2,3	3,5	2,2	0,11
Иммобилизаторы минерального азота, млн.	3,4	6,6	2,4	0,96
Олигонитрофилы, млн.	4,5	6,9	2,2	0,92
Олиготрофы, млн.	4,9	5,2	2,8	0,83
Педотрофы, млн.	5,5	15,6	4,5	1,01
Актиномицеты, млн.	0,4	0,3	0,5	0,12
Микроскопические грибы, тыс.	74,3	151,2	87,3	10,4
<i>Показатели интенсивности минерализационных процессов</i>				
Коэффициент минерализации	1,5	1,2	1,1	-
Коэффициент олиготрофности	2,1	0,9	1,3	-
Индекс педотрофности	2,4	2,8	2,1	-

Возрастание аммонификаторов свидетельствует об увеличении количества корневых выделений, поскольку никакая другая исследованная группа микроорганизмов так тесно не связана с их количеством. Инокуляция АМ увеличила также содержание другой группы микроорганизмов – иммобилизаторов минерального азота более чем в 2,5 раза. Аналогичные тенденции наблюдались для олигонитрофилов (в 3,1 раза), педотрофов (в 3,5 раза) и микромицетов (в 1,7 раза).

Анализ последовательности и интенсивности появления колоний микроорганизмов показал, что микроорганизмы ризосферы виноградных саженцев, инокулированных АМ, харак-

теризуются большей физиолого-биохимической активностью, по сравнению, с вариантом спонтанной инокуляции, особенно аммонификаторы, олигонитрофилы, микромицеты. Расхождение органического вещества без внесения в ризосферу микоризообразователей замедляется, об этом говорит снижение индекса педотрофности, который уменьшился в контроле на 0,7%. Таким образом, обработка саженцев биопрепаратами на основе грибов *Glomus spp.* способствует формированию сбалансированного ризосферного микробиоценоза, что в свою очередь положительно влияет на восстановление почвенного плодородия.

Выводы. Предварительный анализ результатов проведенных исследований по разработке биотехнологического способа оптимизации производства саженцев винограда на основе припосадочного применения грибов арбускулярной микоризы показал перспективность этого агроприема. Было отмечено положительное влияние биопрепарата АМ на начальную энергию роста саженцев, на биологическую продуктивность надземной части и ризогенез, на повышение адаптивного потенциала растений в целом, что, в конечном итоге, сказалось на увеличении выхода стандартных саженцев из школки. Внесение грибов АМ тормозит процессы минерализации и снижает интенсивность дегумифицирования почвы.

Литература

1. Смит, С.Э., Рид Д.Дж. Микоризный симбиоз. / Пер. с 3-го англ. изд. Е.Ю. Ворониной. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. - С. 794.
2. Renker C., Heinrichs J., Kaldorf M. Combining nested PCR and restriction digest of the internal transcribed spacer region to characterize arbuscular mycorrhizal fungi on roots from the field // *Mycorrhiza*. 2003. V. 13. - P. 191-198.
3. Юрков, А.П. Эффективность инокуляции форм люцерны хмелевидной грибом арбускулярной микоризы *Glomus intraradices* и внутрипуляционная изменчивость растений по показателям продуктивности и микоризообразования / А.П. Юрков, Л.М. Якоби, Г.В. Степанова [и др.] // *Сельскохозяйственная биология*. – 2007. – №5. – С. 67-74.
4. Маршунова, Г.Н. Принципы отбора эффективных культур эндомикоризных грибов / Г.Н. Маршунова, Л.М. Якоби // В кн.: *Микроорганизмы в сельском хозяйстве*. – Кишинев. – 1988. – С. 166-168.
5. Кирпичников, Н.А. Эффективность фосфорных удобрений на периодически известкуемой почве при обработке семян ячменя и клевера биопрепаратами / Кирпичников Н.А., Завалин А.А., Волков А.А. [и др.] // *Агрохимия*. – 2012. – №11. – С. 16-27.
6. Юрков, А.П. Продуктивность яровой и озимой пшеницы при использовании гриба арбускулярной микоризы *Glomus intraradices* в условиях дефицита влаги / А.П. Юрков, Г.В. Степанова, Л.М. Якоби [и др.] – *Кормопроизводство*. – 2012. – №12. – С. 18-24.
7. Dehne H.W. Interactions between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens // *Phytopathology*. 1982. V. 72. P. 1115-1119.
8. Caron M. Potential use of mycorrhizae in control of soilborne diseases // *Can. J. Plant Pathol.* 1989. V. 11. P. 177-179.
9. Marsh J. F., Schultze M. Analysis of arbuscular mycorrhizas using symbiosis-defective plant mutants // *New Phytol.* 2001. V. 150. P. 525–532.
10. Трошин, Л.П. Ампелография и селекция винограда / Л.П. Трошин. – Краснодар: Вольные мастера, 1999. – 138 с.
11. Мельник, С.А. Амперометрический метод определения листовой поверхности виноградного куста / С.А. Мельник, В.И. Щигловская / *Тр. Одесского СХИ*. – Одесса. – 1957. – Т. VIII. – С. 69-75.
12. ГОСТ Р 53025-2008 Посадочный материал винограда (саженцы) Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2009. – 6 с.
13. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 416с.
14. Красильников, Н.А. Методы изучения почвенных микроорганизмов и их метаболитов / Н.А. Красильников. – М.: Изд-во МГУ, 1966. – 239 с.
15. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии // Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
16. Енкина, О.В. Микробиологические аспекты сохранения плодородия черноземов Кубани / Енкина О.В., Коробский Н.Ф. – Краснодар. – 1999. – 150 с.
17. Малиновская, И.М. Протекание микробиологических процессов в почве двухлетнего перелога / И.М. Малиновская, А.П. Сорока // *Вестник Полтавской государственной аграрной академии*. – Полтава: ННЦ «Институт земледелия НААНУ», 2010. – №4. – С. 24-29.