УДК 634.11:581.557.24

DOI 10.30679/2219-5335-2021-4-70-92-101

ПРИРОДОПОДОБНЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ В РАЗМНОЖЕНИИ ЯБЛОНИ

Ефимова Ирина Львовна
научный сотрудник
лаборатории питомниководства
e-mail: efimiril@mail.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

Разработка новых природоподобных агrobiотехнологий в питомниководстве, повышающих биологический потенциал растений на основе использования механизмов симбиотического взаимодействия (АМ-симбиоза) грибов арбускулярной микоризы и плодового растения, способствует повышению качества посадочного материала плодовых культур. Исследовали влияние микоризации саженцев яблони в питомнике биопрепаратом на основе симбиотических грибов арбускулярной микоризы *Glomus sp.* на рост, скороплодность и продуктивность деревьев яблони сорта Прикубанское на карликовом подвое СК 7. Установлены закономерности изменения ростовых и продукционных процессов в насаждениях яблони, заложенных посадочным материалом с микоризацией подвоев в питомнике. Баланс ростовых и продукционных процессов изменился в пользу последних: диаметр штамба 7-летних деревьев с микоризой был на 11,8-17,6 % меньше, а высота деревьев – на 5,5-7,2 % по сравнению с контролем. Урожайность обработанных деревьев за 4 года плодоношения была выше (28,4 в сравнении с 26,7 кг/дер. в контроле). По комплексу показателей лучшим является вариант с применением биопрепарата в дозе 2,0 г/растение.

UDC 634.11:581.557.24

DOI 10.30679/2219-5335-2021-4-70-92-101

NATURE-LIKE BIOTECHNOLOGIES IN THE PROPAGATION OF APPLE TREES

Efimova Irina Lvovna
Research Associate
of Laboratory of Nursery Planting
e-mail: efimiril@mail.ru

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

The development of new nature-like agrobiotechnologies in nursery breeding, which increase the biological potential of plants based on the use of mechanisms of symbiotic interaction (AM-symbiosis) of arbuscular mycorrhiza fungi and fruit plants, contributes to improving the quality of planting material of fruit crops. The effect of mycorrhization of apple nursery plants with a biological preparation based on symbiotic fungi of arbuscular mycorrhiza *Glomus sp.* on the growth, early maturity and productivity of Prikubanskoe apple variety on the dwarf rootstock of SK 7 was studied. The regularities of changes in growth and production processes in apple trees laid with planting material with mycorrhization of rootstocks in the nursery are established. The balance of growth and production processes changed in favor of the latter: the diameter of the stem of 7-year-old trees with mycorrhiza was 11.8-17.6 % smaller, and the height of the trees was 5.5-7.2 % smaller compared to the control. The yield of treated trees for 4 years of fruiting was higher (28.4 kg/tree compared to 26.7 kg/tree in control). According to the complex of indicators, the best variant is application of a biological product at a dose

Использование в промышленном садоводстве посадочного материала яблони с микоризованной корневой системой повышает уровень реализации его продукционного потенциала: удельная продуктивность опытных деревьев в лучшем варианте составила (в расчете за 4 года) 1,79 кг/см² площади сечения штамба в сравнении с 1,31 кг/см² в контроле. Новый агроприем – микоризация посадочного материала яблони биопрепаратом арбускулярной микоризы *Glomus sp.* – является инновационным природоподобным биологизированным элементом технологии выращивания саженцев яблони, имеет пролонгированное действие и способствует скороплодности и большей продуктивности привитых деревьев.

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, ПИТОМНИКОВОДСТВО, СИМБИОТИЧЕСКИЕ ГРИБЫ *GLOMUS SP.*, БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, УРОЖАЙНОСТЬ

of 2.0 g/plant. The use in industrial gardening of apple tree planting material with a mycorrhizal root system increases the level of realization of its production potential: the specific productivity of the experimental trees in the best variant was (calculated for 4 years) 1.79 kg/cm² of the cross-sectional area of the stem in comparison with 1.31 kg/cm² of the control variant. A new agricultural approach is the mycorrhization of apple tree planting material with a biological preparation of *Glomus sp.* arbuscular mycorrhiza. It is an innovative nature-like biologized element of the technology of growing apple nursery plants, has a prolonged effect and contributes to the early maturity and greater productivity of grafted trees.

Key words: APPLE-TREE, NURSERY, SYMBIOTICAL FUNGI *GLOMUS SP.*, BIOMETRICAL INDEXES, CROP PRODUCTIVITY

Введение. Принятая в РФ доктрина импортозамещения предусматривает значительное повышение производства отечественного высококачественного посадочного материала плодовых культур, а также повышение конкурентоспособности отрасли за счет снижения себестоимости продукции. Разработка новых ресурсосберегающих природоподобных агробиотехнологий в питомниководстве отвечает поставленной задаче и предусматривает повышение биологического потенциала растений на основе использования механизмов симбиотического взаимодействия (АМ-симбиоза) грибов арбускулярной микоризы и плодового растения [1, 2].

Арбускулярная микориза представляет собой наиболее распространенный растительно-микробный симбиоз, обеспечивающий поступление в растение из почвы комплекса макро- и микроэлементов, особенно фосфора, а также повышающий устойчивость растений к корневым патогенам и усиливающий взаимодействие растений с азотфиксирующими микроорганизмами [3-7].

Арбускулярная микориза создает с растениями ризосферный эндосимбиоз, что способствует улучшению поглощения растением из почвы комплекса макро- и микроэлементов, особенно фосфора; усиливает устойчивость растений к корневым патогенам и активизирует взаимодействие растений с азотфиксирующими микроорганизмами; стимулирует рост растений за счет изменения их гормонального статуса [8, 9]. Известны примеры успешного применения микоризообразователей не только на однолетних культурах [10, 11], но и при выращивании посадочного материала плодовых культур [12-16] и винограда [17, 18].

Использование микоризации саженцев яблони уже в питомнике и оценка влияния на дальнейший рост, скороплодность и продуктивность деревьев в саду представляет большой практический интерес и является весьма актуальным научным направлением по разработке новых агробιο-технологий, основанных на экологизации и биологизации процессов сельскохозяйственного производства [19-21].

Цель исследований – установить закономерности влияния генотипа перспективных подвоев, нового типа посадочного материала на основе симбиотического взаимодействия грибов арбускулярной микоризы и плодового растения на изменение ростовых и продукционных процессов плодовых растений рода *Malus* Mill.

Объекты и методы исследований. Объекты исследований – деревья яблони сорта Прикубанское на подвое СК 7 с микоризованной корневой системой (обработка подвоев перед посадкой в 1 поле питомника биопрепаратом на основе симбиотических грибов арбускулярной микоризы *Glomus* sp. (автор штамма – Юрков А.П.) в 4 дозах: 0,2; 0,4; 1,0 и 2,0 г/растение). Исследования проводили в опытном саду ОПХ «Центральное» ФГБНУ СКФНЦСВВ (г. Краснодар), посадка осени 2013 г. Тип почвы – малогумусный сверхмощный чернозём сильновыщелоченный,

механический состав – глины. Свойства почвы: обеспеченность почвы подвижным фосфором – 208 мг/кг, обменным калием – 356 мг/кг в слое почвы 0-40 см (по методу Чирикова, ГОСТ 26204-91). Гумус в среднем по участку в пахотном слое 3,6% (по методу Тюрин, ГОСТ 26213-91), pH – близка к нейтральному значению (ГОСТ 26423-85). Схема посадки 4 x 0,9 м. Биологическая повторность в каждом варианте – 10 деревьев.

Для оценки изменений ростовых и продукционных процессов у деревьев яблони определяли биометрические показатели, элементы продуктивности растений по общепринятым методикам селекции и сортоиспытания [22, 23].

В работе использован ЦКП «Исследовательско-селекционная коллекция генетических ресурсов садовых культур». Обработку полученных экспериментальных данных осуществляли методами математической статистики с применением дисперсионного анализа в программе Microsoft Office Excel 2003.

Обсуждение результатов. Влияние микоризации корней подвоев в питомнике на рост деревьев яблони в саду представлено на рисунке 1.

Рис.1. Диаметр штамба яблони сорта Прикубанское в зависимости от дозировки биопрепарата на основе грибов *Glomus sp.* (ОПХ «Центральное», г. Краснодар, 2020 год)

На рисунке видно, что диаметр штамба 7-летних деревьев с микоризой по сравнению с контролем был на 11,8-17,6 % меньше, то есть микори-

зация корневой системы биопрепаратом на основе грибов *Glomus sp.* привела к изменению баланса ростовых и продукционных процессов в пользу последних. Этот вывод подтверждают данные высоты опытных деревьев яблони (рис. 2).

Рис. 2. Высота деревьев яблони сорта Прикубанское в зависимости от дозировки биопрепарата на основе грибов *Glomus sp.* (ОПХ «Центральное», г. Краснодар, 2020 г.)

Высота 7-летних деревьев с микоризой в вариантах была меньше по сравнению с контрольными деревьями на 5,5-7,2 % в зависимости от дозировки биопрепарата.

Влияние дозировки биопрепарата на интенсивность ростовых процессов уменьшилось с возрастом деревьев, и у 7-летних деревьев уже не отмечено существенных различий между вариантами опыта.

Таким образом, установлены закономерности влияния микоризации корней подвоев в питомнике биопрепаратом на основе симбиотических грибов *Glomus sp.* на изменение ростовых процессов у деревьев в саду:

- микоризация корней ослабила ростовые процессы у деревьев яблони;
- влияние дозировки биопрепарата на интенсивность ростовых процессов уменьшалось с возрастом деревьев.

Для выявления закономерности влияния нового типа посадочного материала яблони – с микоризацией корней биопрепаратом на основе симбиотических грибов *Glomus sp.* – на изменение продукционных процессов

у привитых деревьев, анализировали урожайность опытных деревьев за четыре года плодоношения (2017-2020 гг.) (табл.).

Влияние микоризации биопрепаратом на основе симбиотических грибов арбускулярной микоризы *Glomus sp.* на урожайность деревьев яблони сорта Прикубанское на подвое СК 7 в 2017-2020 гг.

(ОПХ «Центральное», г. Краснодар, посадка 2013 г., схема 4,5 x 0,9 м)

Доза биопрепарата, г/растение	Урожай, кг/дер.		ППСШ в 2020 г., см ²	Удельное плодоношение, кг/ см ²
	2020 г.	Σ 2017-2020 гг.		
контроль	2,7	26,7	20,4	1,31
0,2	3,1	27,3	15,9	1,72
0,4	3,8	27,9	15,9	1,75
1,0	2,6	23,3	13,8	1,69
2,0	2,3	28,4	15,9	1,79
НСР05	0,6	2,1	2,6	0,2

Из таблицы видно, что наибольший урожай в 2020 году был в варианте с дозой 0,4 г/растение, превышение к контролю составило 40,7 %. Урожайность деревьев в других вариантах опыта была близка к контролю.

Интегральным показателем, учитывающим многолетнее комплексное влияние погодных факторов на урожайность растений, является суммарная урожайность деревьев за определенный период плодоношения. В опыте она была лучшей в варианте с дозой 2,0 г/растение: 28,4 по сравнению с 26,7 кг/дер. в контроле.

Выявление вариантов с наиболее эффективным плодоношением с учетом размера деревьев, было проведено методом расчета удельного плодоношения – отношения урожая к площади поперечного сечения штамба (ППСШ). Анализ был выполнен по отношению суммарного за 2017-2020 гг. урожая к сечению штамба деревьев в 2020 году.

Установлено, что микоризация корней биопрепаратом гриба *Glomus sp.*, не зависимо от дозы, обеспечила наиболее эффективное для деревьев соотношение ростовых и продукционных процессов. Лучшая удельная продуктивность получена в варианте с дозой биопрепарата 2,0 г/растение: 1,79 в сравнении с 1,31 кг/ см² в контроле, превышение составило 36,6 %.

Выводы. Получены новые знания о природоподобном биологизированном способе управления качеством посадочного материала *Malus* Mill., заключающемся в микоризации корней подвоев яблони в питомнике биопрепаратом на основе симбиотических грибов *Glomus* sp., приводящем к повышению биологического потенциала растений за счет мобилизации механизмов симбиотического взаимодействия грибов арбускулярной микоризы и корней плодового растения.

Установлены закономерности изменения ростовых и продукционных процессов в насаждениях яблони сорта Прикубанское на подвое СК 7, заложенных посадочным материалом с микоризацией подвоев в питомнике:

– микоризация корневой системы биопрепаратом на основе грибов *Glomus* sp. привела к изменению баланса ростовых и продукционных процессов в пользу последних: по сравнению с контролем диаметр штамба 7-летних деревьев с микоризой был на 11,8-17,6 % меньше, высота деревьев – на 5,5-7,2 %; по комплексу показателей лучшим является вариант с применением биопрепарата на основе симбиотических грибов *Glomus* sp. в дозе 2,0 г/растение: суммарная урожайность за 4 года плодоношения превышала контроль (28,4 в сравнении с 26,7 кг/дер. в контроле);

– использование в промышленном садоводстве посадочного материала яблони с микоризованной корневой системой способствует устойчивости плодового агроценоза и повышает уровень реализации его продукционного потенциала: удельная продуктивность опытных деревьев в лучшем варианте составила (в расчете за 4 года) 1,79 кг/см² площади сечения штамба в сравнении с 1,31 кг/см² в контроле.

Применение нового агроприема – микоризацию посадочного материала яблони биопрепаратом арбускулярной микоризы *Glomus* sp. – можно рекомендовать как инновационный биологизированный природоподобный элемент технологии выращивания саженцев яблони, основанный на повышении биологического потенциала растений за счет мобилизации меха-

низмов симбиотического взаимодействия грибов арбускулярной микоризы и корневой системы плодового растения.

Литература

1. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Increasing the technological and economic efficiency of nursery production based on processes biologization // В сб.: BIO Web of Conferences. Federal State Budgetary Scientific Institution North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture. 2020. С. 01001.
2. Gerdemann, J. W. 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. Annu. Rev. Phytopathol. 6: 397- 418.
3. Schubert, A., and G. Lubraco. 2000. Mycorrhizal Inoculation Enhances Growth and Nutrient Uptake of Micropropagated Apple Rootstocks During Weaning in Commercial Substrates of High Nutrient Availability. Appl. Soil Ecol. 15:113–118.
4. Hodge, A, C.D. Campbell, and A.H. Fitter. 2001. An Arbuscular Mycorrhizal Fungus Accelerates Decomposition and Acquires Nitrogen Directly from Organic Material. Nature 413:297–299.
5. Kariman, K.H., E.M. Goltapeh, and V. Minassian. 2005. Arbuscular Mycorrhizal Fungi from Iran. J. Agr. Technol. 1(2):301-313.
6. Koltai, H., V. Gadkar, and Y. Kapulnik. 2010. Biochemical and Practical Views of Arbuscular Mycorrhizal Fungus-Host Association in Horticultural Crops. Hort. Rev. 36: 257-287.
7. Schnepf, A., D. Jones, and T. Roose. 2011. Modelling Nutrient Uptake by Individual Hyphae of Arbuscular Mycorrhizal Fungi: Temporal and Spatial Scales for an Experimental Design. Bull. Math. Biol. 73:2175-2200.
8. Соколова Н.А. Использование ВАМ-грибов в агроценозе для регулирования фосфорного питания растений на обычных и эродированных черноземах : дисс. ... канд. биол. наук : 06.01.09 / Соколова Наталья Александровна. М.: МГУ, 1995. 155 с.
9. Augé, R.M. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal Symbiosis. Mycorrhiza, 2001. V. 11. N.3. 42 p.
10. Полиморфизм популяции Павловская люцерны хмелевидной по показателям продуктивности, микоризации и эффективности симбиоза с *Glomus intraradices* / А.П. Юрков [и др.] //Сельскохозяйственная биология. 2011. № 3. С. 65-70.
11. Zarei, M., N. Saleh-Rastin, H.A. Alikhani, and N. Aliasgharzadeh. 2006. Responses of Lentil to Co-inoculation with Phosphate Solubilising rhizobial Strains and Arbuscular Mycorrhizal Fungi. J. Plant Nut. 29:1509-1522.
12. Особенности развития эндофитной микробиоты у новых подвойных форм косточковых культур / Л.А. Ищенко [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2010. № 6. С. 57-60.
13. Кузнецова А.П., Дрыгина А.И., Щеглов С.Н., Гриднев С.И. Влияние микробиологических препаратов на выход и качество семенных подвоев косточковых культур // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. Т. 23. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2019. С. 70-76.
14. Hoda, A.K., M.E. Ahmed, M.E.S. Samy, and M.A.N. Amal. 2011. Improved Growth of Salinity- Stressed Citrus after Inoculation with Mycorrhizal Fungi. Scientia Hort. 130:624-632.
15. Wu, Q.S., G.H. Li, and Y.N. Zou. 2011. Roles of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth and Nutrient Acquisition of Peach (*Prunus persica* L. Batsch) Seedling. J. Animal plant Sci. 21 (4):746-750.

16. Sharma, S.D., N.C. Sharma, C.L. Sharma, P. Kumar, A. Chandel. 2012. Glomus–Azotobacter Symbiosis in Apple under Reduced Inorganic Nutrient Fertilization for Sustainable and Economic Orcharding Enterprise. *Scientia Hort.* 146:175–181.

17. Политова З.С., Юрченко Е.Г. Влияние инокуляции корней виноградных саженцев микроорганизмами на интенсивность ризогенеза в условиях капельного орошения // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 75-летию В.М. Шевцова (Краснодар, 24-26 ноября 2015 г.); отв. за выпуск: А.Г. Кошаев. Краснодар: КубГАУ, 2016. С. 478-479.

18. Биотехнологический способ оптимизации производства привитых саженцев винограда на основе применения гриба *Glomus intraradices* SHENCK & SMITH, штамм RCAM02146: патент на изобретение RU 2672381 С2 / Юрченко Е.Г., Юрков А.П., Политова З.С.; заявка № 2017115249 от 28.04.2017, опубл. 14.11.2018.

19. Ефимова И.Л., Юрков А.П. Новые приемы агроэкологии для повышения качества посадочного материала яблони // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 55. С. 73-77.

20. Ефимова И.Л. Влияние микоризации подвоев яблони в питомнике на скороплодность привитых деревьев в саду // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. Т. 17. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2018. С. 76-79.

21. Hosseini A., Gharaghani A. Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth and Nutrient Uptake of Apple Rootstocks in Calcareous Soil. *International Journal of Horticultural Science and Technology* Vol. 2, No. 2; December 2015, pp 173-185.

22. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Седова Е.Н., Огольцовой Т.П. Орел, 1999. 606 с.

23. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года / Под ред. Е.А. Егорова. Краснодар: СКЗНИИСИВ, 2013. 202 с.

References

1. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Increasing the technological and economic efficiency of nursery production based on processes biologization // V sb.: BIO Web of Conferences. Federal State Budgetary Scientific Institution North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture. 2020. S. 01001.

2. Gerdemann, J. W. 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. *Annu. Rev. Phytopathol.* 6: 397- 418.

3. Schubert, A., and G. Lubraco. 2000. Mycorrhizal Inoculation Enhances Growth and Nutrient Uptake of Micropropagated Apple Rootstocks During Weaning in Commercial Substrates of High Nutrient Availability. *Appl. Soil Ecol.* 15:113–118.

4. Hodge, A, C.D. Campbell, and A.H. Fitter. 2001. An Arbuscular Mycorrhizal Fungus Accelerates Decomposition and Acquires Nitrogen Directly from Organic Material. *Nature* 413:297–299.

5. Kariman, K.H., E.M. Goltapeh, and V. Minassian. 2005. Arbuscular Mycorrhizal Fungi from Iran. *J. Agr. Technol.* 1(2):301-313.

6. Koltai, H., V. Gadkar, and Y. Kapulnik. 2010. Biochemical and Practical Views of Arbuscular Mycorrhizal Fungus-Host Association in Horticultural Crops. *Hort. Rev.* 36: 257–287.

7. Schnepf, A., D. Jones, and T. Roose. 2011. Modelling Nutrient Uptake by Individual Hyphae of Arbuscular Mycorrhizal Fungi: Temporal and Spatial Scales for an Experimental Design. *Bull. Math. Biol.* 73:2175-2200.

8. Sokolova N.A. Ispol'zovanie VAM-gribov v agrocenoze dlya regulirovaniya fosfornogo pitaniya rastenij na obychnykh i erodirovannykh chernozemah : diss. ... kand. biol. nauk : 06.01.09 / Sokolova Natal'ya Aleksandrovna. M.: MGU, 1995. 155 s.
9. Augé, R.M. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal Symbiosis. *Mycorrhiza*, 2001. V. 11. N.3. 42 p.
10. Polimorfizm populyacii Pavlovskaya lyucerny hmelevidnoj po pokazatelyam produktivnosti, mikorizacii i effektivnosti simbioza s *Glomus intraradices* / A.P. Yurkov [i dr.] // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*. 2011. № 3. S. 65-70.
11. Zarei, M., N. Saleh-Rastin, H.A. Alikhani, and N. Aliasgharzadeh. 2006. Responses of Lentil to Co-inoculation with Phosphate Solubilising Rhizobial Strains and Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *J. Plant Nut.* 29:1509-1522.
12. Osobennosti razvitiya endofitnoj mikrobioty u novykh podvoynykh form kostochkovykh kul'tur / L.A. Ishchenko [i dr.] // *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki*, 2010. № 6. S. 57-60.
13. Kuznecova A.P., Drygina A.I., Shcheglov S.N., Gridnev S.I. Vliyanie mikrobiologicheskikh preparatov na vyhod i kachestvo semennykh podvoev kostochkovykh kul'tur // *Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo federal'nogo nauchnogo centra sadovodstva, vinogradarstva, vinodeliya*. T. 23. Krasnodar: SKFNCSVV, 2019. S. 70-76.
14. Hoda, A.K., M.E. Ahmed, M.E.S. Samy, and M.A.N. Amal. 2011. Improved Growth of Salinity- Stressed Citrus after Inoculation with Mycorrhizal Fungi. *Scientia Hort.* 130:624-632.
15. Wu, Q.S., G.H. Li, and Y.N. Zou. 2011. Roles of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth and Nutrient Acquisition of Peach (*Prunus persica* L. Batsch) Seedling. *J. Animal plant Sci.* 21 (4):746-750.
16. Sharma, S.D., N.C. Sharma, C.L. Sharma, P. Kumar, A. Chandel. 2012. *Glomus*–*Azotobacter* Symbiosis in Apple under Reduced Inorganic Nutrient Fertilization for Sustainable and Economic Orchard Enterprise. *Scientia Hort.* 146:175–181.
17. Politova Z.S., Yurchenko E.G. Vliyanie inokulyacii kornej vinogradnykh sazhencev mikroorganizmami na intensivnost' rizogeneza v usloviyakh kapel'nogo orosheniya // *Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: sbornik statej po materialam IX Vserossijskoj konferencii molodykh uchenykh, posvyashchennoj 75-letiyu V.M. Shevcova* (Krasnodar, 24-26 noyabrya 2015 g.); otv. za vypusk: A.G. Koshchayev. Krasnodar: KubGAU, 2016. S. 478-479.
18. Biotekhnologicheskij sposob optimizacii proizvodstva privitykh sazhencev vinograda na osnove primeneniya griba *Glomus intraradices* SHENCK & SMITH, shtamm RCAM02146 : patent na izobretenie RU 2672381 C2 / Yurchenko E.G., Yurkov A.P., Politova Z.S.; zayavka № 2017115249 ot 28.04.2017, opubl. 14.11.2018.
19. Efimova I.L., Yurkov A.P. Novye priemy agroekologii dlya povysheniya kachestva posadochnogo materiala yabloni // *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015. № 55. S. 73-77.
20. Efimova I.L. Vliyanie mikorizacii podvoev yabloni v pitomnike na skoroplodnost' privitykh derev'ev v sadu // *Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo federal'nogo nauchnogo centra sadovodstva, vinogradarstva, vinodeliya*. T. 17. Krasnodar: SKFNCSVV, 2018. S. 76-79.
21. Hosseini A., Gharaghani A. Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth and Nutrient Uptake of Apple Rootstocks in Calcareous Soil. *International Journal of Horticultural Science and Technology* Vol. 2, No. 2; December 2015, pp 173-185.
22. Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur / Pod obshch. red. Sedova E.N., Ogor'covoj T.P. Orel, 1999. 606 s.
23. Programma Severo-Kavkazskogo centra po selekcii plodovykh, yagodnykh, cvetochno-dekorativnykh kul'tur i vinograda na period do 2030 goda / Pod red. E.A. Egorova. Krasnodar: SKZNIISiV, 2013. 202 s.