

УДК 58.085:634.2:634.10

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АНТИСЕПТИКА «БИОПАК» ПРИ САНАЦИИ ЭКСПЛАНТОВ В ХОДЕ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР¹

Винтер Марина Александровна
канд. с.-х. наук
врио зав. лабораторией вирусологии
РИНЦ SPIN-код 4914-5332

Федорович Святослав Валерьевич
младший научный сотрудник
лаборатории вирусологии
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия

Тхамокова Ильяна Хусеновна
зав. лабораторией Центра лабораторной диагностики и испытаний
ООО «Центр Питомник»

Патогенные микроорганизмы представляют собой серьезную проблему при инициации и культивировании культур *in vitro*. В ходе исследований была проведена оценка эффективности использования нового антисептического биоразлагаемого препарата широкого спектра действия «БИОПАК» в качестве стерилизующего агента, для работы с культурой *in vitro* плодовых растений. Фунгицид рекомендуется для протравливания семян, обработки растений против бактериальных, вирусных и грибных инфекций. В основе препарата полимерная соль $(C_7H_{16}N_3Cl)_n$. Оценку проводили при инициации эксплантов клонового подвоя яблони М9 и подвоя косточковых культур Гизела 5. Для поверхностной стерилизации использовали препарат БИОПАК в концентрации 0,1 %, в экспозициях 1,3 и 10 минут. Экспланты высаживали на среду Мурасиге-Скуга. Наилучший результат получен в варианте с экспозицией в 3 минуты. Эффективность санации при обработке экплантов подвоя М9 составляет 64 %, Гизелы 5 – 75%. В вариантах с обработкой экплантов Белизной (1:3) и $AgNO_3$ (0,1 %), количество чистых жизнеспособных экплантов составило 28 % и 51 % соответственно. Препарат «БИОПАК» показал хорошую эффективность и может быть использован в клональном микроразмножении плодовых культур на этапе введения в культуру *in vitro*

UDC 58.085:634.2:634.10

06.01.01 - General agriculture, crop production (agricultural sciences)

EFFICIENCY OF "BIOPAK" ANTISEPTIC IN SANITATION OF EXPLANTS DURING CLONAL MICROPROPAGATION OF FRUIT CROPS

Vinter Marina Aleksandrovna
Cand.Agr.Sci.
Acting Head of Laboratory of Virology
RSCI SPIN-code 4914-5332

Fedorovitch Svyatoslav Valerievich
Junior Research Associate of Laboratory of Virology
Federal State Budget Scientific Institution "North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making"; Krasnodar, Russia

Thamokova Ilyana Khuseinova
Head of Laboratory of the Center of laboratory diagnostics and tests
"Centr Pitomnik", LLC

Pathogenic microorganisms present a serious problem in the initiation and cultivation of cultures *in vitro*. In the course of the research, the effectiveness of the use of a new antiseptic biodegradation of the use of a wide spectrum of action called "BIOPAK" as a sterilizing agent for working with *in vitro* culture of fruit plants was assessed. Fungicide is recommended for treating plants against bacterial, viral and fungal infections. The preparation is based on polymer salt $(C_7H_{16}N_3Cl)_n$. The assessment was carried out with the initiation of explants of the clonal rootstock of the apple tree M9 and the rootstock of stone fruit cultures of Gisela 5. For surface sterilization, we used the BIOPAK preparation at a concentration of 0.1%, at exposures of 1.3 and 10 minutes. The explants were planted on Murashige-Skoog medium. The best result was obtained with an exposure of 3 minutes. The efficiency of reorganization in the processing of rootstock M9 is 64 %, Gisela 5 – 75 %. The number of pure viable explants was 28 % and 51%, respectively, in variants with the treatment of explants of the Belizna (1:3) and $AgNO_3$ (0.1%). The «BIOPAK» preparation showed good efficacy and can be used in clonal micropropagation of fruit crops at the stage of introduction into the culture *in vitro*

¹ Работа выполнена при содействии Фонда содействия инновациям (ФСРМФПНТС) в рамках проекта №3079ГС3/11477 и выполнения Госзадания ФГБНУ СКФНЦСВВ по теме №0498-2019-0001

Ключевые слова: БИОПАК, ВВЕДЕНИЕ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO*, ЭКСПЛАНТЫ, СТЕРИЛИЗАЦИЯ, АПЕКСЫ, ПОДВОИ

Keywords: BIOPAK, INTRODUCTION TO *IN VITRO* CULTURE, PLANTLETS, STERILIZATION, APEXES, ROOTSTOCKS

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-162-007>

Введение. Важнейшей проблемой современного садоводства является заражение плодовых культур вирусными и фитоплазменными болезнями [1]. Одним из действенных способов оздоровления растений является размножение растений в культуре *in vitro* в комплексе с термо-, хемотерапией.

Одним из критических этапов в методике клонального микроразмножения плодовых растений является интродукция эксплантов в культуру *in vitro*. Существует ряд факторов, которые следует учитывать при дезинфекции растительных эксплантов, отобранных в саду или теплице. Наиболее важными из факторов являются генотип, тип экспланта, возраст и физиологическое состояние материнского растения, в том числе, прохождение фаз органо- и морфогенеза конкретной плодовой культуры; выбор стерилизующего вещества и продолжительности обработки [2-6].

При неправильно подобранной схеме стерилизации, происходит контаминация среды и эксплантов грибной и бактериальной микрофлорой. Чаще всего обнаруживаются бактерии родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Erwinia* и др. [7].

В качестве стерилизаторов используют различные химические препараты. Основная группа используемых в качестве стандартов - ртутьсодержащие и хлорсодержащие вещества. Из веществ, содержащих ртуть чаще всего применялись 0,1 %-й раствор сулемы ($HgCl_2$) с экспозицией от 1 до 5, 10 минут [8-10]. Из хлорсодержащих препаратов часто используют гипохлорит натрия в различных концентрациях (0,5-20 %) и экспозициях (10-25 мин.), в зависимости от культуры и типа эксплантов [7, 11-15].

Кроме того, для борьбы с поверхностной грибной микрофлорой, как правило, при комплексной обработке с другими стерилизаторами применяют фунгицидные препараты (Превикур, Бенлат, Каптан, Беномил, Ридомил) [7, 9, 16, 17].

Для контроля внутренних и внешних инфекции также используют различные антибиотики, которые применяют как отдельно, так и в комплексе (Цефотаксим, Карбенициллин, Стрептомицин) [18]. Внутренние инфекции могут появляться спустя несколько недель культивирования; кроме того, могут внешне не проявляться, но оказывать влияние на рост и развитие эксплантатов [19].

Индивидуальный подбор для каждой культуры нетоксичных стерилизующих препаратов их концентрации, экспозиции, при которой достигается высокий уровень стерильности культуры и низкий уровень угнетения эксплантов, остается актуальным.

Цель работы - оценить эффективность и возможность использования нового фунгицида «БИОПАК» в качестве стерилизатора в культуре *in vitro* плодовых растений.

Объекты и методика исследований.

Материалом для введения в культуру *in vitro* служили экспланты клонового подвоя яблони М9 и подвоя косточковых культур Гизела 5.

Для регенерации микропобегов подвоя М9 использовали разбавленную среду Мурасиге-Скуга (1/2 часть макросолей) с добавками, мг/л: аскорбиновая кислота – 1,5, тиамин HCl, пиридоксин HCl, никотиновая кислота по 0,5, мезоинозит – 100, 6-бензиламинопурин (БАП) – 0,3, сахароза – 30000, агар-агар – 7000; pH-5,8. Для введения эксплантов Гизела 5 использовали среду по прописи Мурасиге–Скуга с полным содержанием макросолей, 6-бензиламинопурин (БАП) – 0,2 мг/л, сахароза – 30000, агар-агар – 8000; pH-5,8 [20].

В ходе работы оценивали возможность использования препарата «БИОПАК» в клональном микроразмножении плодовых растений. Это новый антисептический биоразлагаемый препарат широкого спектра действия, против бактериальных, вирусных и грибковых инфекций, на основе полимерной соли $(C_7H_{16}N_3Cl)_n$. Рекомендуются для протравливания семян, обработки растений от болезней [21].

На этапе введения в культуру *in vitro* экспланты санировали от контаминирующей их микрофлоры с помощью различных препаратов. Черенки подвоев нарезали на сегменты (микрочеренки) длиной 3-5 см с одной или двумя ростовыми почками непосредственно перед началом работы по введению эксплантов в культуру *in vitro*.

Для поверхностной обработки эксплантов использовали 0,1 %-й водный раствор антимикробного препарата «БИОПАК» с различной экспозицией: 1, 3, 10 мин, с последующей трехкратной промывкой дистиллированной водой в течение 5 минут. Для оценки эффективности препарата сравнивали его действие с широко используемыми для стерилизации эксплантов препаратами гипохлоритом натрия в составе дезинфицирующего средства «Белизна», в разведении 1:3 и нитратом серебра ($AgNO_3$), в концентрации 0,1 %.

Экспланты культивировались на стеллажах при верхнебоковом освещении. Культивирование эксплантов ведётся при 16-часовом световом дне, освещенности 3,5-5 тыс. лк, температуре 23-26 °С и относительной влажности воздуха в помещении 70-75 %.

Обсуждение результатов. В наших исследованиях мы проводили изучение эффективности препарата БИОПАК в ходе стерилизации эксплантов в технологии клонального микроразмножения подвоя яблони М9 и подвоя косточковых Гизела 5.

Критерием оценки эффективности препарата БИОПАК послужила доля чистых эксплантов, регенерировавших побеги, доля эксплантов по-

гибших вследствие угнетающего действия химического агента, доля эксплантов зараженных патогенной микрофлорой (рис. 1).

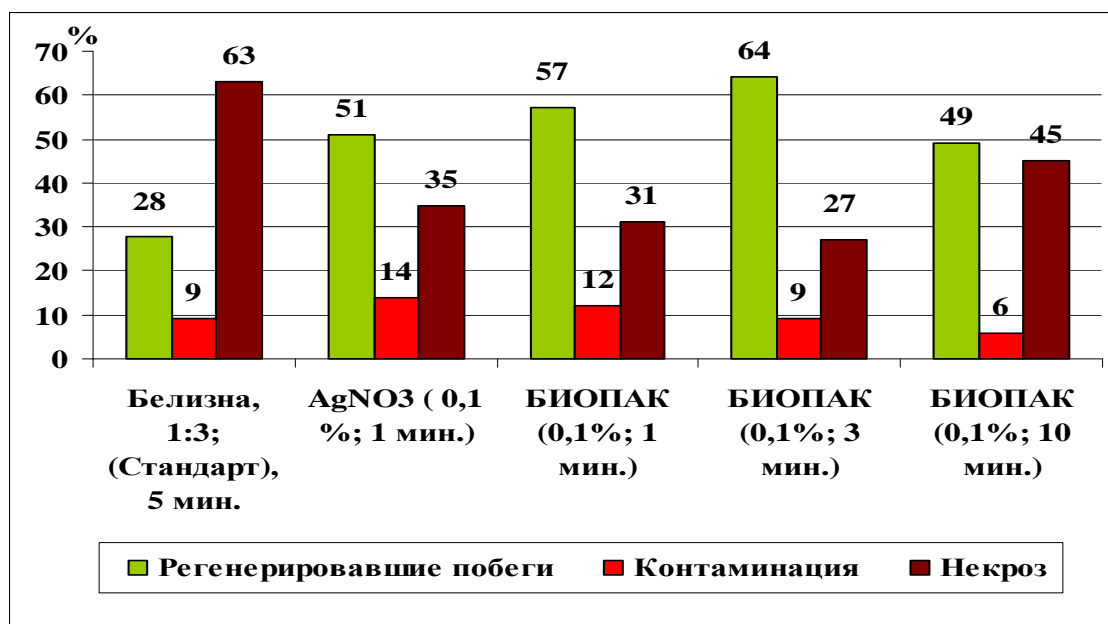


Рисунок 1 - Эффективность стерилизации эксплантов клоновых подвоев яблони М9

По данным рисунка видно, что при санации эксплантов клоновых подвоев яблони М9 максимальную эффективность препарат БИОПАК показал в концентрации 0,1 % с экспозицией 3 минуты. Доля чистых регенерантов (эксплантов, регенерировавших микропобеги *in vitro*) составила 64 %. В данном варианте отмечен наиболее низкий процент инфицированных эксплантов - 9 % и уровень некроза эксплантов вследствие токсического воздействия стерилизатора - 27 %.

Увеличение экспозиции saniруемого материала в растворе препарата БИОПАК до 10 минут приводит к резкому усилению некрозов эксплантов - до 45 % от числа посаженных. В варианте с обработкой эксплантов растворами «Белизна» и нитрата серебра, количество чистых жизнеспособных эксплантов составило 28 % и 51 % соответственно. При этом самый высокий уровень некроза эксплантов (63 %) был в варианте стерилизации в растворе «Белизна» (1:3) с экспозицией в 5 минут (рис. 1).

При санации эксплантов подвоев косточковых Гизела 5 в варианте с обработкой раствором препарата БИОПАК (0,1 %) при экспозиции 3 минуты было получено наибольшее количество чистых регенерантов (эксплантов, регенерировавших микропобеги *in vitro*) - 75 %.

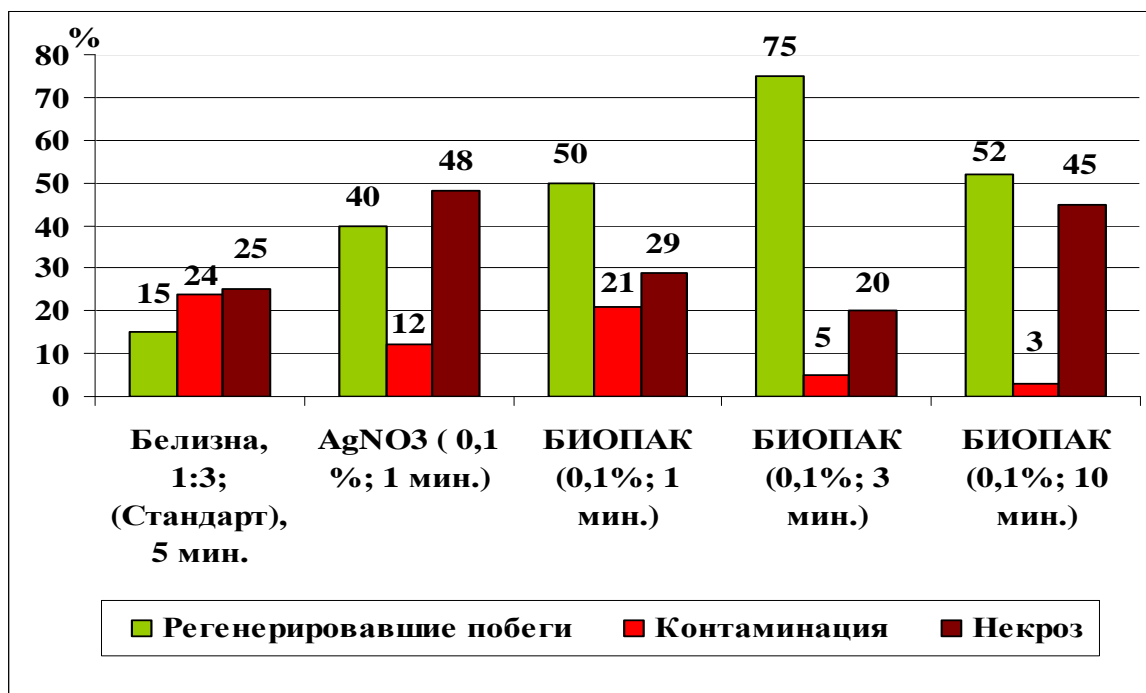


Рисунок 2 - Эффективность стерилизации эксплантов клонового подвоя Гизела 5

Доля инфицированных эксплантов составила - 5 %. Уровень некроза эксплантов вследствие фитотоксичности стерилизатора также самый низкий в опыте - 20 %.

Самый высокий уровень некроза эксплантов (48 %) установлен в варианте с обработкой AgNO₃ (0,1 %) с экспозицией 1 минута. Увеличение экспозиции санлируемого материала в препарате БИОПАК до 10 минут также приводит к усилению некроза эксплантов до 45 % (рис. 2).

Выводы. По результатам испытания препарата «БИОПАК» (0,1 %) в качестве стерилизатора в культуре *in vitro* плодовых растений, препарат показал хорошую эффективность при обработке эксплантов подвоя косточковых культу Гизела 5 и подвоя семечковых культур М9. При обработке эксплантов 0,1 % раствором препарата в течение 3 минут выход чи-

стых регенерировавших эксплантов Гизела 5 составляет 75 %, эксплантов М9 – 64 %. Таким образом, препарат «БИОПАК» может быть использован в клональном микроразмножении плодовых культур.

Литература

1. Бунцевич Л.Л. За безвирусное садоводство и питомниководство на юге России/Л.Л. Бунцевич, В.В. Захарченко // Защита и карантин растений.– 2003. - №7. – с. 12.
2. *In vitro* regeneration of sour orange *Citrus aurantium* L. via direct organogenesis / Н.М. Rezaдост, М.М. Sohan, А. Hatamzadeh, R.М. Mirzai // Plant Knowledge Journal. - 2013. - V. 2. - P. 150-156.
3. Беседина Е.Н. Усовершенствование метода клонального микроразмножения подвоев яблони *in vitro*: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.08 / Беседина Екатерина Николаевна. - Краснодар, 2015.- 142 с.
4. Бунцевич Л. Л. О сопряжённости органогенеза и этапов развития основных болезней яблони / Л. Л. Бунцевич, М. А. Костюк // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. - Краснодар, 2017. - № 45(03). - 9 с. - Режим доступа: <http://journal.kubansad.ru/pdf/15/05/17.pdf>
5. *In vitro* tissue culture of apple and other *Malus* species: recent advances and applications / Jaime A. Teixeira da Silva, Andrea Gulyás, Katalin Magyar Tábori et al. // Planta. - 2019. - V. 249. - P. 975-1006. - URL: <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03100-x>.
6. Кастрицкая М.С. Микроразмножение растений рода *Prunus* L.: инициация и размножение / М.С. Кастрицкая, А.А. Змушко, Т.А. Красинская // В сборнике: ПЛОДОВОДСТВО, сборник научных трудов. РУП «Институт плодоводства». - Минск, 2018. - С. 258-264.
7. *In vitro* effect of various sterilization techniques on peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) explants / N. AL. Ghasheem, F. Stănică, A. G. Peticilă, O. Venat // Scientific Papers. Series B, Horticulture. - 2018.- Vol. LXII.- P.227-234.
8. Magyar-Tabori K. Effect of cytokinin content of the regeneration media on *in vitro* rooting ability of adventitious apple shoots. / K. Magyar-Tabori, J. Do-branszki, I. Hudak // Scientia Horticulturae.- 2011.- № 129.- P.910-913.- URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423811002561?via%3Dihub>
9. Rapid Propagation of Sweet and Sour Cherry Rootstocks / D. Dorić, V. Ognjanov, M. Ljubojević et al.// Not Bot Horti Agrobo. - 2014. -V. 42(2). - P. 488-494. - DOI:10.15835/nbha4229671
10. *In vitro* propagation of grape cultivars and rootstocks for production of pre-basic planting material / S. Yancheva, P. Marchev, V. Yaneva et al. // Bulgarian Journal of Agricultural Science. - 2018. -V.24 (№ 5). - P. 801-806.
11. Fallahpour M. *In vitro* propagation of "Gisela 5" rootstock as affected by mineral composition of media and plant growth regulators / M. Fallahpour, S. M. Miri, N. Bouzari // Journal of Horticultural Research. - 2015. - V. 23(1). - P. 57-64.
12. Mihaljevic, I. *In vitro* sterilization procedures for micropropagation of «Oblacinska» sour cherry / I. Mihaljevic, K. Dugalic, V. Tomas [et al.] // Journal of Agricultural Sciences. - 2013. - Vol. 58. - №2. - P. 117-126. <http://joas.agrif.bg.ac.rs/archive/article/349>
13. Surface disinfection procedure and *in vitro* regeneration of grapevine (*Vitis vinifera* L.) axillary buds / M. F. Lazo-Javalera, R. Troncoso-Rojas, M. E. Tiznado-Hernández et al. // SpringerPlus. – 2016. – V. 5:453. – 9 p. - DOI 10.1186/s40064-016-2081-0. <https://springerplus.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s40064-016-2081-0>

14. *In vitro* Micropropagation of CG41 Apple Rootstock / A. Castillo, D. Cabrera, P. Rodríguez et. al. // Proc. VIII th IS on In Vitro Culture and Horticultural Breeding. Acta Hort. - 2015. - V. 1083. – P. 569-576. -DOI:10.17660/ActaHortic.2015.1083.76
15. Sterilization of different explant types in micropropagation of CAB-6P and Gisela 6 cherry rootstock / A. Stanisavljević, D. Bošnjak, I. Štolfa et al. // POLJOPRIVREDA. – 2017. – V. 2:23. – P. 31-37. – DOI: 10.18047/poljo.23.2.5. –URL: <https://hrcak.srce.hr/file/282499>
16. Ghanbari A. Impacts of plant growth regulators and culture media on in vitro propagation of three apple (*Malus domestica* Borkh.) rootstocks // Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding. - 2014. - Vol. 3. № 1.- P. 11-20. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/305264755>
17. Buntsevich, L.L. Improvement of the efficiency of sanitation and primary propagation technology of garden strawberry in vitro culture / L.L. Buntsevich, I. M. Bamatov, M.A. Vinter // Journal of Pharmaceutical sciences and research. - 2018. - V. 10(1). - P. 79-84 <http://www.jpsr.pharmainfo.in/issue.php?page=101>
18. Response of *in vitro* strawberry to antibiotics / Y.H. Qin, Jaime A. Teixeira da Silva, J.H. Bi et al. // Plant Growth Regulation. - 2011.- V.65. - № 1. - P.183-193.
19. Control of contamination during micropropagation process of Rootstocks Mariana (*Prunus mariana*) / S. Amiri, S. Ashtari, A.H. Babaiy et al. // Annals of Biological Research. – 2013. –V. 4 (3). – P. 149-151.
20. Методические рекомендации по использованию биотехнологических методов в работе с плодовыми, ягодными и декоративными культурами / под ред. Е.Н. Джигадло. - Орёл: ГНУ ВНИИСПК, 2005. - 50 с.
21. Каталог инструментов и техники. Антисептики. <https://tvornica.ru/catalog/antiseptiki/biopak.html>

References

1. Buncevlch L.L. Za bezvirusnoe sadovodstvo i pitomnikovodstvo na juge Rossii/L.L. Buncevlch, V.V. Zaharchenko // Zashhita i karantin rastenij.– 2003. - №7. – s. 12.
2. *In vitro* regeneration of sour orange *Citrus aurantium* L. via direct organogenesis / H.M. Rezadost, M.M. Sohan, A. Hatamzadeh, R.M. Mirzai // Plant Knowledge Journal. - 2013. - V. 2. - R. 150-156.
3. Besedina E.N. Usovershenstvovanie metoda klonal'nogo mikrorazmnozhenija podvov jabloni in vitro: dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.08 / Besedina Ekaterina Nikolaevna. - Krasnodar, 2015.- 142 s.
4. Buncevlch L. L. O soprjazhjonnosti organogeneza i jetapov razvitija osnovnyh boleznej jabloni / L. L. Buncevlch, M. A. Kostjuk // Plodovodstvo i vinogradarstvo Juga Rossii [Jelektronnyj resurs]. - Krasnodar, 2017. - № 45(03). - 9 s. - Rezhim dostupa: <http://journal.kubansad.ru/pdf/15/05/17.pdf>
5. *In vitro* tissue culture of apple and other *Malus* species: recent advances and applications / Jaime A. Teixeira da Silva, Andrea Gulyás, Katalin Magyar Tábori et al. // Planta. - 2019. - V. 249. - R. 975-1006. - URL: <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03100-x>.
6. Kastrickaja M.S. Mikrorazmnozhenie rastenij roda *Prunus* L.: iniciacija i razmnozhenie / M.S. Kastrickaja, A.A. Zmushko, T.A. Krasinskaja // V sbornike: PLODOVODSTVO, sbornik nauchnyh trudov. RUP «Institut plodovodstva». - Minsk, 2018. - S. 258-264.
7. *In vitro* effect of various sterilization techniques on peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) explants / N. AL. Ghasheem, F. Stănică, A. G. Peticilă, O. Venat // Scientific Papers. Series B, Horticulture. - 2018.- Vol. LXII.- P.227-234.

8. Magyar-Tabori K. Effect of cytokinin content of the regeneration media on in vitro rooting ability of adventitious apple shoots. / K. Magyar-Tabori, J. Do-branszki, I. Hudak // *Scientia Horticulturae*. - 2011.- № 129.- P.910-913.- URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423811002561?via%3Dihub>
9. Rapid Propagation of Sweet and Sour Cherry Rootstocks / D. Dorić, V. Ognjanov, M. Ljubojević et al.// *Not Bot Horti Agrobo*. - 2014. -V. 42(2). - P. 488-494. - DOI:10.15835/nbha4229671
10. *In vitro* propagation of grape cultivars and rootstocks for production of pre-basic planting material / S. Yancheva, P. Marchev, V. Yaneva et al. // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. - 2018. -V.24 (№ 5). - P. 801-806.
11. Fallahpour M. In vitro propagation of "Gisela 5" rootstock as affected by mineral composition of media and plant growth regulators / M. Fallahpour, S. M. Miri, N. Bouzari // *Journal of Horticultural Research*. - 2015. - V. 23(1). - P. 57-64.
12. Mihaljevic, I. In vitro sterilization procedures for micropropagation of «Oblacinska» sour cherry / I. Mihaljevic, K. Dugalic, V. Tomas [et al.] // *Journal of Agricultural Sciences*. - 2013. - Vol. 58. - №2. - P. 117-126. <http://joas.agrif.bg.ac.rs/archive/article/349>
13. Surface disinfection procedure and in vitro regeneration of grapevine (*Vitis vinifera* L.) axillary buds / M. F. Lazo Javalera, R. Troncoso Rojas, M. E. Tiznado Hernández et al. // *SpringerPlus*. – 2016. – V. 5:453. – 9 p. - DOI 10.1186/s40064-016-2081-0. <https://springerplus.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s40064-016-2081-0>
14. In vitro Micropropagation of CG41 Apple Rootstock / A. Castillo, D. Cabrera, P. Rodríguez et. al. // *Proc. VIII th IS on In Vitro Culture and Horticultural Breeding. Acta Hort*. - 2015. - V. 1083. – P. 569-576. -DOI:10.17660/ActaHortic.2015.1083.76
15. Sterilization of different explant types in micropropagation of CAB-6P and Gisela 6 cherry rootstock / A. Stanisavljević, D. Bošnjak, I. Štolfa et al. // *POLJOPRIVREDA*. – 2017. – V. 2:23. – P. 31-37. – DOI: 10.18047/poljo.23.2.5. –URL: <https://hrcak.srce.hr/file/282499>
16. Ghanbari A. Impacts of plant growth regulators and culture media on in vitro propagation of three apple (*Malus domestica* Borkh.) rootstocks // *Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding*. - 2014. - Vol. 3. № 1.- P. 11-20. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/305264755>
17. Buntsevich, L.L. Improvement of the efficiency of sanitation and primary propagation technology of garden strawberry in vitro culture / L.L. Buntsevich, I. M. Bamatov, M.A. Vinter // *Journal of Pharmaceutical sciences and research*. - 2018. - V. 10(1). - P. 79-84 <http://www.jpsr.pharmainfo.in/issue.php?page=101>
18. Response of in vitro strawberry to antibiotics / Y.H. Qin, Jaime A. Teixeira da Silva, J.H. Bi et al. // *Plant Growth Regulation*. - 2011.- V.65. - № 1. - P.183-193.
19. Control of contamination during micropropagation process of Rootstocks Mariana (*Prunus mariana*) / S. Amiri, S. Ashtari, A.H. Babaiy et al. // *Annals of Biological Research*. – 2013. –V. 4 (3). – P. 149-151.
20. Metodicheskie rekomendacii po ispol'zovaniyu bioteknologicheskix meto-dov v rabote s plodovy`mi, yagodny`mi i dekorativny`mi kul'turami / pod red. E.N. Dzhi-gadlo. - Oryol: GNU VNIISPK, 2005. - 50 s.
21. Katalog instrumentov i texniki. Antiseptiki. <https://tvornica.ru/catalog/antiseptiki/biopak.html>