

УДК 58.085:634.2

DOI 10.30679/2219-5335-2023-4-82-100-109

**РАЗМНОЖЕНИЕ
ПЕРСПЕКТИВНЫХ КЛОНОВЫХ
ПОДВОЕВ ДЛЯ ВИШНИ
И ЧЕРЕШНИ *IN VITRO* ***

Амосова Марина Александровна
канд. с.-х. наук
заведующая лабораторией вирусологии

Егорова Ольга Викторовна
младший научный сотрудник
лаборатории вирусологии

Авакимян Анастасия Олеговна
младший научный сотрудник
селекционно-биотехнологической
лаборатории

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

В работе представлена оценка эффективности клонального размножения перспективных клонированных подвоев вишни и черешни. Востребованность в клонированных подвоях для мелкоплодных культур обусловлена интенсификацией их производства. Клонированные подвои селекции ФГБНУ СКФНЦСВВ серии АИ отвечают требованиям, предъявляемым к подвоям: обеспечивают сдержанный рост растений, компактную крону деревьев, адаптированы к почвенно-климатическим условиям региона. Для размножения подвоев в культуре *in vitro* экспланты подвоев АИ лучше вводить в период активного роста побегов с 3 декады апреля до начала июня. В этот период регенерация эксплантов наиболее высокая и в зависимости

UDC 58.085:634.2

DOI 10.30679/2219-5335-2023-4-82-100-109

***IN VITRO* PROPAGATION
OF PERSPECTIVE CLONE
ROOTSTOCKS FOR CHERRY
AND SWEET CHERRY ***

Amosova Marina Aleksandrovna
Cand. Agr. Sci.
Head of Virology Laboratory

Egorova Olga Viktorovna
Junior Research Associate
of Virology Laboratory

Avakymyan Anastasiya Olegovna
Junior Research Associate
of Breeding and Biotechnology
Laboratory

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

The paper presents an assessment of the effectiveness of clonal propagation of promising clonal rootstocks for cherry and sweet cherry. The demand in clonal rootstocks for small-stone crops is due to the intensification of their production. Clonal rootstocks of FSBSI NCFSCHVW breeding of the AI series meet the requirements for rootstocks: they provide restrained plant growth, a compact crown of trees, and are adapted to the edaphoclimatic conditions of the region. AI rootstock explants are best introduced during the period of active shoot growth from April 3rd to early June for propagation of rootstocks in *in vitro* culture. In this period, the regeneration of explants is the highest and, depending on the genotype, varies from 67.6 to 75.6 %

* Работа выполнена в рамках реализации соглашения № 075-15-2021-536 о создании и внедрении в агропромышленный комплекс современных технологий в области селекции и питомниководства и в рамках выполнения Госзадания Минобрнауки №0498-2022-0002

* The work was carried out as part of the implementation of agreement No. 075-15-2021-536 on the creation and implementation of modern technologies in the field of breeding and nursery breeding in the agro-industrial complex and as part of the implementation of the State Task of the Ministry of Education and Science No. 0498-2022-0002

от генотипа варьирует от 67,6 до 75,6 % у АИ 1, от 7,2 до 83,4 % у АИ 11 и от 66,7 до 75,85 % у АИ 70. На этапе мультипликации в присутствии 6-БАП в концентрации 1 мг/л все подвой хорошо развиваются на питательных средах Мурасиге-Скуга и DKW. Наибольшее количество побегов уже после первого пассажа отмечено на среде DKW с добавлением Fe-EDDHA – 6,0-8,4 шт/эксп, при добавлении хелата железа Fe-EDTA, в зависимости от подвоя, образуется от 4,6 до 6,3 побегов на эксплант. В контрольном варианте на среде MS с Fe-EDTA формируется от 3,9 до 4,9 побегов с одного экспланта. В целом подвой АИ 11 и АИ 70 имеют более высокий потенциал размножения по всем вариантам. Дисперсионный анализ показал достоверное влияние факторов «Питательная среда» и «Форма хелата железа» на коэффициент размножения для всех изучаемых подвоев. Взаимодействие обоих факторов отмечено только у подвоя АИ 70. На этапе микроразмножения подвоев серии АИ рекомендуется использовать питательную среду DKW с хелатной формой железа Fe-EDDHA (100 мг/л) и 6-БАП 1,0 мг/л.

Ключевые слова: КЛОНАЛЬНОЕ МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ, КЛОНОВЫЕ ПОДВОИ, КОСТОЧКОВЫЕ КУЛЬТУРЫ, ХЕЛАТ ЖЕЛЕЗА, КОЭФФИЦИЕНТ РАЗМНОЖЕНИЯ

in AI 1, from 7.2 to 83.4% in AI 11 and from 66.7 to 75, 85% in AI 70. At the stage of multiplication in the presence of 6-BAP at a concentration of 1 mg/l, all rootstocks develop well on Murashige-Skoog (MS) and DKW nutrient media. The largest number of shoots already after the first passage was noted on the DKW medium with the addition of Fe-EDDHA – 6.0-8.4 units/exp, with the addition of iron chelate Fe-EDTA, depending on the doubling, it is 4.6 up to 6.3 shoots per explant. In the control variant, 3.9 to 4.9 shoots are formed from one explant on MS medium with Fe-EDTA. In general, AI 11 and AI 70 rootstocks have a higher reproduction potential in all variants. Dispersion analysis showed a reliable influence of the factors «Nutrient medium» and «Form of iron chelate» on the reproduction coefficient for all studied rootstocks. The interaction both factors was observed only in AI 70 rootstocks. At the stage of micropropagation of AI series rootstocks, it is recommended to use DKW nutrient medium with iron chelate form Fe-EDDHA (100 mg/l) and 6-BAP 1.0 mg/l.

Key words: CLONAL MICROPROPAGATION, CLONAL ROOTSTOCKS, STONE FRUITS, IRON CHELATE, MULTIPLICATION FACTOR

Введение. Подвой играет значительную роль в формировании урожая культуры, определяет срок вступления в плодоношение, состояние растений, продолжительность эксплуатации сада [1, 2]. В условиях интенсификации производства плодовой продукции возрастает потребность в карликовых подвоях, которые обеспечат сдержанный рост растений, компактную крону деревьев, тем самым облегчат проведение уходных работ и уборки урожая. Положительными сторонами клоновых подвоев, помимо высокой продуктивности привитых сортов, является генетическая однородность, устойчивость к изменяющимся абиотическим и биотическим

стрессорам среды, хорошее закрепление в почве, отсутствие корневой поросли, совместимость с сортами при окулировке [3-6].

Легкость и малозатратность при размножении является еще одним требованием к подвоям [7]. Клоновые подвои чаще всего размножают способом вегетативного размножения: зелеными или одревесневшими черенками и с помощью клонального микроразмножения [7-9]. Клональное микроразмножение растений может обеспечить быстрое, крупномасштабное производство генетически идентичных, однородных и не содержащих патогенов растений [10]. Данный метод широко используется при производстве клоновых подвоев косточковых культур [11-12]. В нашем случае метод позволяет размножить ценные подвои, уникальные формы из единичных экземпляров исходных растений.

Поскольку универсальной среды для размножения растений *in vitro* не существует, очень важно правильно подобрать соответствующую среду, регуляторы роста растений и другие компоненты, которые способствуют увеличению производства растений [13-15].

Целью исследований был подбор оптимального компонентного состава питательной среды, разработка схемы клонального микроразмножения перспективных клоновых подвоев черешни и вишни селекции ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились на базе лаборатории вирусологии и селекционно-биотехнологической лаборатории ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Объекты исследований: клоновые подвои для вишни и черешни различного происхождения: АИ 1, АИ 11, АИ 70 селекции ФГБНУ СКФНЦСВВ, отобранные из генетической коллекции Центр коллективного пользования «Исследовательско-селекционная коллекция генетических ресурсов садовых культур» СКФНЦСВВ.

В качестве инициальных эксплантов использовали апексы клоновых подвоев.

Стерилизацию растительного материала проводили по схеме: часовая промывка проточной водопроводной водой и обработка стерилизующим препаратом 0,5 % р-р «ОКА-ТАБ» 7 мин. Экспланты вычленили в асептических условиях в ламинарных боксах и высаживали в пробирки с питательной средой. Для культивирования эксплантов использовали питательную среду по прописи Мурасиге-Скуга (1962), с содержанием 6-БАП-0,3 мг/л. На этапе мультипликации экспланты высаживали на питательные среды Мурасиге-Скуга (MS) и DKW с содержанием различных форм хелатов железа Fe-EDTA (по классической прописи MS) и Fe-EDDHA, 6 % – 100 мг/л и концентрации цитокинина 6-БАП (0,75 мг/л и 1,0 мг/л). Среда MS с Fe-EDTA+6-БАП 1 мг/л – контроль.

Экспланты культивировали при температуре 24-26 °С, освещении с интенсивностью 2500-3000 люкс и 16-ти часовом фотопериоде.

В работе использованы методические рекомендации под редакцией Е.Н. Джигадо (2005) [16] и исследования Dorić D. et al. (2014) [17].

Статистический анализ результатов выполнялся с использованием пакета прикладных статистических программ Microsoft Excel 2013.

Обсуждение результатов. Отбор генотипов для размножения подвоев происходит в естественных условиях, где присутствует постоянный инфекционный фон грибных, бактериальных патогенов, в том числе биологические векторы, способствующие заражению вирусными заболеваниями. Установление асептической культуры зависит, прежде всего, от типа эксплантата, так как все экспланты были отобраны из естественных условий. Считается, что предпочтительнее использовать для введения в культуру спящие почки, так как при этом ниже процент контаминации эксплантов. Однако, как показывает наш опыт, из спящих почек регенерация

идет слабее [18]. У подвоев серии АИ наиболее более высокий уровень регенерации эксплантов отмечается в период с третьей декады апреля до 3 декады мая (рис. 1).

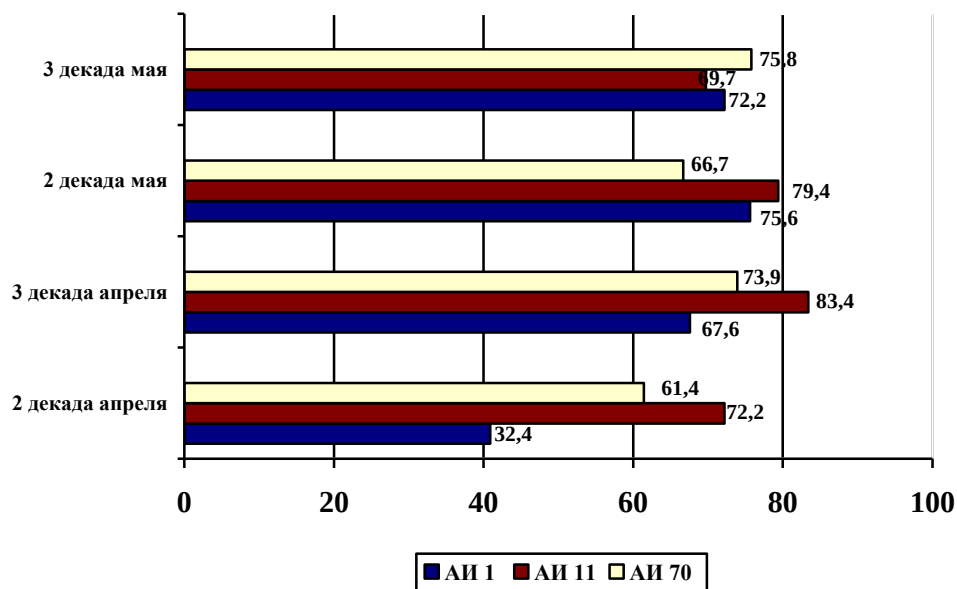


Рис. 1. Приживаемость эксплантов подвоев серии АИ при введении в культуру *in vitro*

У подвоя АИ 1 более активно регенерация эксплантов проходит во 2-3 декаде мая и составляет 72,2-75,6 %. Экспланты подвоя АИ 11 лучше вводить в третьей декаде апреля – регенерация 83,4 % и 2 декаде мая – 79,4 %. Подвой АИ 70 оптимально вводить с 3 декады апреля по 3 декаду мая, приживаемость составляет 66,7-75,8 %. Процент контаминации эксплантов в апреле-мае в среднем варьировал от 0 до 36,4 %.

Поэтому, для подвоев серии АИ оптимальным периодом для введения в культуру *in vitro* является период активного роста побегов с 3 декады апреля до начала июня.

Через 30-40 дней после введения в культуру регенерировавшие экспланты были пересажены на питательные среды Мурасиге-Скуга и DKW.

Экспланты подвоев серии АИ хорошо мультиплицируются и растут на обеих питательных средах (рис. 2, 3). На среде Мурасиге-Скуга при концентрации 6-БАП 1 мг/л, содержащей классический хелат железа

Fe-EDTA, после первого пассажа образуется от 3,9 до 4,9 побегов с одного экспланта, на среде с Fe-EDDHA в среднем 5,2-7 побегов (табл. 1). На среде DKW побегообразование проходит более активно. На среде DKW с добавлением хелата железа Fe-EDTA образуется от 4,6 до 6,3 шт/эксп. в зависимости от подвоя, на среде с добавлением Fe-EDDHA – 6,0-8,4 шт/эксп.

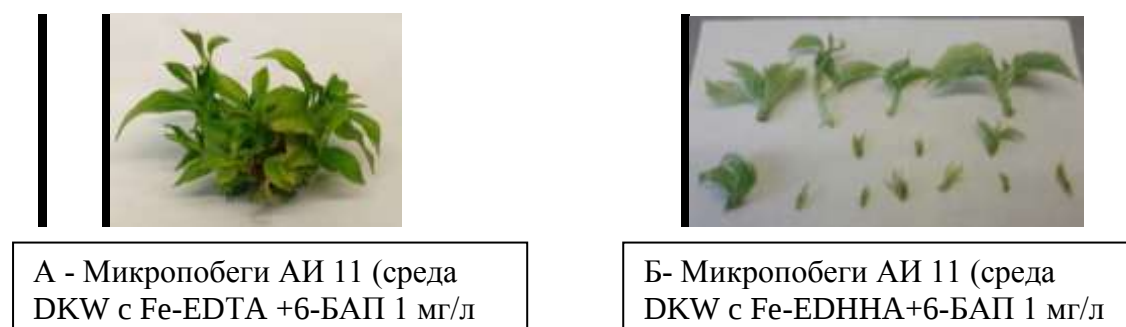


Рис. 2. Микропобеги АИ 11 на различных средах

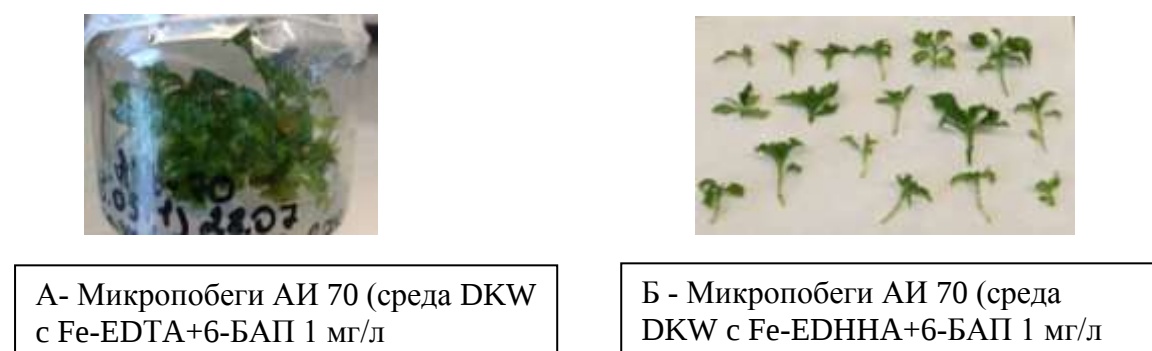


Рис. 3. Микропобеги подвоя АИ 70

Подвои АИ 11 и АИ 70 имеют более высокий потенциал размножения по всем вариантам. Максимальное количество побегов, образовавшихся с одного экспланта – 16-18 шт. на среде DKW с Fe-EDDHA.

Дисперсионный анализ показал достоверное влияние фактора «Питательная среда» на коэффициент размножения для всех изучаемых сортов. Также установлено достоверное влияние фактора «Форма хелата железа» на процесс побегообразования. Совместное влияние этих двух факторов достоверно отмечено только у подвоя АИ 70.

Таблица 1 – Количество побегов (коэффициент размножения) клоновых подвоев на различных питательных средах (6-БАП 1 мг/л)

Среда/форма хел.жел.	MS		DKW	
	Fe-EDTA (к)	Fe-EDDHA	Fe-EDTA	Fe-EDDHA
АИ 1				
средн.	3,9±0,19 ^{ab}	5,3±0,23 ^{ab}	4,6±0,23 ^{ab}	6,0±0,25 ^{ab}
мах.	1:6	1:8	1:7	1:9
АИ 11				
средн.	4,9±0,34 ^{ab}	7±0,44 ^{ab}	6,2±0,4 ^{ab}	8,1±0,47 ^{ab}
мах.	1:10	1:14	1:15	1:18
АИ 70				
средн.	4,5±0,18 ^{abc}	5,2±0,2 ^{abc}	6,3±0,26 ^{abc}	8,4±0,35 ^{abc}
мах.	1:6	1:8	1:11	1:16

Достоверное влияние факторов $P \leq 0,05$ % (а-фактор «питательная среда», b- фактор «форма хелата железа», c- совместное влияние факторов а и b)

С каждым пассажем количество образующихся побегов увеличивается (табл. 2). В контрольном варианте на среде MS с Fe-EDTA в первом пассаже образуется в среднем от 3,9 до 4,9 побега, на среде DKW с Fe-EDTA 4,6-6,3 побега с одного экспланта (на 17,9-40 % больше). Во втором пассаже в контрольном варианте тенденция сохраняется, на среде DKW с Fe-EDTA формируется на 18,5-46,4 % больше побегов (6,4-8,2 шт/эксп.), чем в контрольном варианте (5,4-6,2 шт/эксп.). В третьем пассаже разница между вариантами была только у подвоя АИ 70. На среде DKW у него формировалось 9,4 побега/эксп., что на 32 % больше, чем в контрольном варианте. На среде DKW, содержащей Fe-EDDHA в первом пассаже образовывалось от 6 до 8,4 побега с одного экспланта у изучаемых подвоев. Стоит отметить, что это выше контроля на 53,8-65,3 % для подвоев АИ 1 и АИ 11, для подвоя АИ 70 на 86,7 %. Во втором и третьем пассажах коэффициенты размножения на средах MS и DKW с Fe-EDDHA варьировали незначительно. У подвоя АИ 11 на среде MS побегов образуется в среднем на 2 % больше. На среде DKW побегов образуется больше у подвоев АИ 1 и АИ 70, на 4,6-6,6 % и 6,2-18,9 % соответственно.

Таким образом, наибольшее количество побегов у подвоев серии АИ образуется на среде DKW с Fe-EDDHA, несмотря на снижение интенсивности побегообразования во втором и третьем пассажах.

Таблица 2 – Эффективность размножения клоновых подвоев мелкокосточковых культур на среде Мурасиге-Скуга (6-БАП 1 мг/л)

Подвой	Среда Мурасиге - Скуга					
	Fe-EDTA (к)			Fe-EDDHA		
	I	II	III	I	II	III
АИ 1	3,9±0,19	5,4±0,21	7,4±0,21	5,3±0,23	7,6±0,33	8,8±0,4
АИ 11	4,9±0,34	6,2±0,32	8,1±0,36	7±0,44	8,4±0,37	9,4±0,39
АИ 70	4,5±0,18	5,6±0,33	7,1±0,26	5,2±0,2	7,9±0,54	9,7±0,41
Подвой	среда DKW					
	Fe-EDTA			Fe-EDDHA		
	I	II	III	I	II	III
АИ 1	4,6±0,23	6,4±0,22	7,3±0,25	6,0±0,25	8,1±0,24	9,2±0,26
АИ 11	6,2±0,4	7,6±0,23	8,4±0,33	8,1±0,47	8,2±0,23	9,2±0,25
АИ 70	6,3±0,26	8,2±0,24	9,4±0,39	8,4±0,35	9,4±0,29	10,3±0,37

Выводы. Для эффективного микроразмножения подвоев серии АИ селекции ФГБНУ СКФНЦСВВ экспланты лучше вводить в период активного роста побегов с 3 декады апреля до начала июня. В этот период отмечается более высокий уровень регенерации эксплантов – до 83,4 %. На этапе микроразмножения рекомендуется использовать питательную среду DKW с хелатной формой железа Fe-EDDHA (100 мг/л) + 6-БАП 1,0 мг/л.

Литература

1. Плодоводство / Трунов Ю.В. [и др.]. М.: КолосС, 2012. 415 с. EDN: TUKJN1
2. Плодоводство / Кривко Н. П. [и др.]. СПб.: Лань, 2023. 440 с.
3. Орлова Л.Г., Щеглов С.Н., Кузнецова А.П. Изучение новых подвоев для черешни в питомнике [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019. № 58(04). С. 46-57. Режим доступа: <https://journalkubansad.ru/pdf/19/04/05.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-4-58-46-57. (Дата обращения: 20.05.2023 г.).
4. Черников Е.А., Попова В.П., Кузнецова А.П., и др. Оценка продуктивности сливы на подвоях отечественной селекции и почвах с лимитирующими параметрами [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 70(4). С. 129-145. Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/21/04/12.pdf>. DOI: 10.30679/2021-4-70-129-145. (Дата обращения: 20.06.2023 г.).
5. Потапов С. А., Воскобойников Ю. В. Использование клоновых подвоев при выращивании саженцев косточковых культур. 12 апреля 2019 г. // Ассоциация производителей посадочного материала. Режим доступа: <https://www.ruspitomniki.ru/article/index.html/id/2293> (Дата обращения: 20.06.2023 г.).
6. Чепинога С., Еремина О.В. Выращивание перспективных сортов черешни на новых клоновых подвоях вишни Магалебской (*Prunus mahaleb* L.) селекции Крымской ОСС – филиала ВИР // Научные труды СКФНЦСВВ. 2019. Т. 25. С. 70-75. DOI: 10.30679/2587-9847-2019-25-70-75. EDN: XZTHCC
7. Tsafouros A, Roussos P.A. First Report of Krymsk® 5 (cv. VSL 2) Cherry Rootstock In Vitro Propagation: Studying the Effect of Cytokinins, Auxins and Endogenous Sugars // Not Bot Horti Agrobo, 2019. Vol. 47(1). P. 152-161. DOI:10.15835/nbha47111276.

8. Охунджанов А.Х. Размножение клоновых подвоев косточковых культур зелёными черенками с использованием стимуляторов корнеобразования // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 9 (191). С. 28-33. EDN: VVYYJY

9. Дрыгина А.И., Кузнецова А.П. Совершенствование методов укоренения клоновых подвоев черешни и вишни // Научные труды СКФНЦБВ. 2022. Т. 34. 2022. С. 120-125. DOI: 10.30679/2587-9847-2022-34-120-125 EDN: UBZKEE

10. Ostrikova O.V., Fedotova I.E., Kharkhardina E.L., Shakhov V.V. Optimization of the technology of clonal micropropagation of cherry varieties and clonal rootstocks at the initial stages of in vitro cultivation // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 254. 04003. DOI: 10.1051/e3sconf/202125404003

11. Pakyürek M., Hepaksoy S. A research on micropropagation of Pixy rootstock // Euroasia journal of mathematics-engineering natural & medical sciences. 2020. Vol. 8. P. 146-159. DOI: 10.38065/euroasiaorg.31

12. Tsiulnikova N. V., Nikulina E. A., Akimova S. V., [and others]. In vitro Effect of Replacement Mineral Salts of Trace Elements with P-containing Chelates to Improve Rooting of Cherry Rootstock (cv. VC-13) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 663. 012042. DOI:10.1088/1755-1315/663/1/012042

13. Khamurzaev S.M., Bamatov I.M., Butsaeva E.M., Sibiryatkin S.V. The use of the Driver-Kuniyuki nutrient medium for micropropagation of rootstocks of LC-52 (*Cerasus vulgaris* x *Cerasus fruticosa*) and Gizela 6 (*Prunus vulgaris* x *Cerasus canescens*) stone fruit crops // Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 2018. Vol. 6(3). P. 623-627. DOI: 10.18006/2018.6(3).623.627

14. Bamatov I., Butsaeva E., Arsanov M., Bamatov Dzh. The modification of murashige and skoog media for efficient cultivation of gizella-5 and vsl-2 rootstocks in vitro // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 315. 042015. DOI: 10.1088/1755-1315/315/4/042015

15. Маркова М.Г., Сомова Е.Н. Регенерационная способность *Cerasus fruticosa* и *Prunus domestica* в культуре in vitro // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. №06 (209). С. 43-52. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-209-06-43-52 EDN: SKENBE

16. Методические рекомендации по использованию биотехнологических методов в работе с плодовыми, ягодными и декоративными культурами / Под ред. Е.Н. Джигадо. Орёл: ГНУ ВНИИСПК, 2005. 50 с.

17. Dorić D., Ognjanov V., Ljubojević M., et al. Rapid propagation of sweet and sour cherry rootstocks // Not. Bot. Horti. Agrobo. 2014. Vol. 42 (2). P. 488-494. DOI:10.15835/nbha4229671

18. Vinter M., Fedorovitch S., Karpushina M., and Gridnev S. Micropropagation of rootstocks of stone fruit cultures in vitro // BIO Web of Conferences. 2020. Vol. 25. 05001. DOI: 10.1051/bioconf/20202505001.

References

1. Fruit growing / Yu.V. Trunov et al. Moscow: Kolos, 2012. 415 p. EDN: TUKJNI (in Russian).

2. Fruit growing / N.P. Krivko et al. St. Petersburg: Lan, 2023. 440 p. (in Russian).

3. Orlova L.G., Shcheglov S.N., Kuznetsova A.P. Studying the new rootstocks for sweet cherry in the nursery [Electronic resource] // Fruit growing and viticulture of South Russia. № 58(04), 2019. P. 46-57. Available at: <https://journalkubansad.ru/pdf/19/04/05.pdf> DOI: 10.30679/2219-5335-2019-4-58-46-57 (accessed date: 20.05.2023) (in Russian).

4. Chernikov E.A., Popova V.P., Kuznetsova A.P., et al. Evaluation of plum productivity on rootstocks of domestic selection and soils with limiting parameters [Electronic resource] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2021. № 70(4). P. 129-145. Available at: <http://journalkubansad.ru/pdf/21/04/12.pdf> DOI: 10.30679/2219-5335-2021-4-70-129-145. (accessed date: 20.06.2023) (in Russian)

5. Potapov S. A., Voskoboynikov Yu.V. The use of clonal rootstocks in the cultivation of seedlings of stone fruit crops. April 12, 2019 // Association of Producers of Planting Material. Available at: <https://www.ruspitomniki.ru/article/index.html/id/2293> (accessed date: 20.06.2023) (in Russian).
6. Chepinoga S., Eremina O.V. Growing the promising sweet cherry varieties on new clonal rootstocks of Magaleb cherry (*Prunus mahaleb* L.) of the Crimean ESS – VIR branch breeding // Scientific works of NCFSCHVW. 2019. Vol. 25. P. 70-75. DOI: 10.30679/2587-9847-2019-25-70-75 EDN: XZTHCC (in Russian).
7. Tsafouros A, Roussos P.A. First Report of Krymsk® 5 (cv. VSL 2) Cherry Rootstock In Vitro Propagation: Studying the Effect of Cytokinins, Auxins and Endogenous Sugars // Not Bot Horti Agrobo, 2019. Vol. 47(1). P. 152-161. DOI:10.15835/nbha47111276.
8. Okhunjanov A.Kh. The reproduction of clonal rootstocks of stone fruit crops by green cuttings with the use of root stimulating agents // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2020. Vol. 9(191). P. 28-33. EDN: VVYYJY (in Russian).
9. Drygina A.I., Kuznetsova A.P. Improving the methods of rooting clonal rootstocks of sweet cherry and cherry // Scientific works of NCFSCHVW. 2022. Vol. 34. P. 120-125. 10.30679/2587-9847-2022-34-120-125. EDN: UBZKEE
10. Ostrikova O.V., Fedotova I.E., Kharkhardina E.L., Shakhov V.V. Optimization of the technology of clonal micropropagation of cherry varieties and clonal rootstocks at the initial stages of in vitro cultivation // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 254. 04003. DOI: 10.1051/e3sconf/202125404003
11. Pakyürek M., Hepaksoy S. A research on micropropagation of Pixy rootstock // Euroasia journal of mathematics-engineering natural & medical sciences. 2020. Vol. 8. P. 146-159. DOI: 10.38065/euroasiaorg.31
12. Tsirolnikova N. V., Nikulina E. A., Akimova S. V., [and others]. In vitro Effect of Replacement Mineral Salts of Trace Elements with P-containing Chelates to Improve Rooting of Cherry Rootstock (cv. VC-13) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 663. 012042. DOI:10.1088/1755-1315/663/1/012042
13. Khamurzaev S.M., Bamatov I.M., Butsaeva E.M., Sibiryatkin S.V. The use of the Driver-Kuniyuki nutrient medium for micropropagation of rootstocks of LC-52 (*Cerasus vulgaris* x *Cerasus fruticosa*) and Gizela 6 (*Prunus vulgaris* x *Cerasus canescens*) stone fruit crops // Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 2018. Vol. 6(3). P. 623-627. DOI: 10.18006/2018.6(3).623.627
14. Bamatov I., Butsaeva E., Arsanov M., Bamatov Dzh. The modification of mu-rashige and skoog media for efficient cultivation of gizella-5 and vsl-2 rootstocks in vitro // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 315. 042015. DOI: 10.1088/1755-1315/315/4/042015
15. Markova M.G., Somova E.N. Regeneration capacity of *Cerasus fruticosa* and *Prunus domestica* into the in vitro culture // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. №06 (209). P. 43-52. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-209-06-43-52 EDN: CKENBE (in Russian).
16. Guidelines for the use of biotechnological methods in work with fruit, berry and ornamental crops / Ed. E.N. Dzhigadlo. Orel: VNIISPK, 2005. 50 p. (in Russian).
17. Dorić D., Ognjanov V., Ljubojević M., et al. Rapid propagation of sweet and sour cherry rootstocks // Not. Bot. Horti. Agrobo. 2014. Vol. 42 (2). P. 488-494. DOI:10.15835/nbha4229671
18. Vinter M., Fedorovitch S., Karpushina M., and Gridnev S. Micropropagation of rootstocks of stone fruit cultures in vitro // BIO Web of Conferences. 2020. Vol. 25. 05001. DOI: 10.1051/bioconf/20202505001.