

УДК 632.3

DOI 10.30679/2219-5335-2022-6-78-263-274

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
МИКРОКЛОНАЛЬНОГО
РАЗМНОЖЕНИЯ ПОСАДОЧНОГО
МАТЕРИАЛА ЗЕМЛЯНИКИ
САДОВОЙ СОРТА МАЛЬВИНА**

Карпушина Марина Владимировна
канд. с.-х. наук
старший научный сотрудник
лаборатории питомниководства
e-mail: markarp@yandex.ru

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

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

Микроразмножение земляники садовой в условиях *in vitro* и создание протоколов микроразмножения являются важными инструментами для получения большого количества посадочного материала. В последние годы, для размножения ягодных культур в условиях *in vitro*, с целью получения безвирусных растений высокого качества, предпринимались значительные усилия. Однако, несмотря на большое количество работ по вопросам микроразмножения земляники садовой, модификация основной методики на сегодняшний день остается актуальной, поскольку каждый сорт предъявляет свои специфические требования к условиям культивирования *in vitro*. В связи с этим целью исследований являлось определение особенностей клонального микроразмножения земляники садовой сорта Мальвина. В результате выполненных исследований отмечено, что для санации эксплантов земляники сорта Мальвина эффективно использовать 0,5 % водный раствор дезинфицирующих таблеток

UDC 632.3

DOI 10.30679/2219-5335-2022-6-78-263-274

**TECHNOLOGICAL PROCESS
OF MICROCLONAL
PROPAGATION OF PLANTING
MATERIAL OF GARDEN
STRAWBERRY VARIETY MALVINA**

Karpushina Marina Vladimirovna
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
of Nursery Laboratory
e-mail: markarp@yandex.ru

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

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

In vitro micropropagation of garden strawberry and the establishment of micropropagation protocols are important tools for obtaining large quantities of planting material. In recent years, significant efforts have been made to propagate berry crops *in vitro* in order to obtain virus-free plants of high quality. However, despite the large number of studies on micropropagation of garden strawberry, the modification of the main method remains relevant today, since each variety has its own specific requirements for *in vitro* cultivation conditions. In this regard, the purpose of the study was to determine the characteristics of clonal micropropagation of garden strawberry variety Malvina. As a result of the work carried out, it was noted that it is effective to use a 0.5 % aqueous solution of OKA-TAB disinfectant tablets for sanitation of strawberry explants of the Malvina variety (exposure 5 minutes). The processing efficiency was 82.5 %. It has been established

«ОКА-ТАБ» (в экспозиции 5 мин.). Эффективность обработки составила 82,5 %. Установлено, что на этапе микроразмножения сорта земляники Мальвина наиболее эффективно использовать среду Мурасиге-Скуга с содержанием кинетина 1,0 мг/л, позволяющая получить до 15 побегов на эксплант. Выявлено, что корнеобразование земляники идет эффективно на безгормональной среде; процент корнеобразования составил 95 %, с образованием от 4 до 6 корней. Применение микробиологического препарата «ЭМ Био» на этапе адаптации микрорастений земляники садовой к нестерильным условиям *ex vitro*, способствовало увеличению интенсивности вегетативного роста на 45-50 %. Растения имели более сильную корневую систему (на 56 % длиннее, чем в контроле) и более высокую адаптивную способность к условиям *ex vitro*.

Ключевые слова: МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ, ЗЕМЛЯНИКА, *IN VITRO*, АДАПТАЦИЯ, *EX VITRO*

that at the stage of micropropagation of the strawberry variety Malvina, it is most effective to use the Murashige-Skoog medium with a kinetin content of 1.0 mg/l, which allows to obtain up to 15 shoots per explant. It was revealed that the strawberry root formation proceeds effectively on a hormone-free environment, in which from 4 to 6 roots are formed, the percentage of root formation was 95 %. The use of the microbiological preparation «EM Bio» at the stage of acclimatization of garden strawberry microplants to non-sterile *ex vitro* conditions contributed to an increase in the intensity of vegetative growth by 45-50 %. The plants had a stronger root system (56 % longer than in the control), and a higher adaptive capacity to *ex vitro* conditions.

Key words: MICROPROPAGATION, STRAWBERRY, *IN VITRO*, ADAPTATION, *EX VITRO*

Введение. Актуальной задачей современного отечественного питомниководства является реализация программных проектов, направленных на решение проблемы обеспечения отрасли промышленного плодоводства оздоровленным, сертифицированным, высококачественным посадочным материалом плодовых и ягодных культур [1].

Как известно, качество посадочного материала определяет стабильность, продуктивность маточных и плодоносящих насаждений, товарность продукции и оказывает существенное влияние на экономические показатели отрасли садоводства. При этом возможность быстрого производства растений высокого качества может обеспечить метод микроклонального размножения.

Результаты экспериментальных исследований отечественных и зарубежных ученых в области микроклонального размножения земляники садовой, позволили установить, что скорость и качество процесса микрокло-

нального размножения, происходящего из меристем, зависит от ряда факторов, а именно: генотипа/сорта земляники садовой, процесса стерилизации при введении в условия *in vitro*, концентрации регуляторов роста растений в среде *in vitro*, процесса акклиматизации регенерантов к условиям *ex vitro* и т.д. [1-10]. Однако, несмотря на большое число работ по вопросам регенерации и размножения земляники садовой в условиях *in vitro* на сегодняшний день модификация основной методики остается актуальной, так как каждый сорт предъявляет свои специфические требования к условиям культивирования *in vitro*.

В связи с этим целью исследований являлось определение особенностей клонального микроразмножения земляники садовой сорта Мальвина.

Объекты и методы исследований. Объект исследования: земляника садовая немецкой селекции сорта Мальвина. Главным достоинством сорта Мальвина является его позднее созревание (на сегодняшний день самое позднее из существующих сортов), приходящееся на период дефицита свежих ягод. Сорт отличается однородностью ягод крупных размеров, массой в среднем 30-35 г (до 45-50 г). Доля товарных плодов категории I класса составляет порядка 77-85 % от всего урожая. В зависимости от интенсивности агротехники с куста получают от 500-700 г до 1 кг ягод [11].

Исследования проводились в лаборатории вирусологии ФГБНУ СКФНЦСВВ в 2021-2022 гг. на базе генетической коллекции ЦКП ФГБНУ СКФНЦСВВ по общепринятым методикам [12]. Материалом для введения в культуру *in vitro* служили апексы из усов земляники садовой сорта Мальвина. Введение в культуру *in vitro* проводили в период активного усообразования (середина июня и начало июля). Отобранные верхушки побегов промывали мыльным раствором и в течение часа – в проточной воде. Для поверхностной дезинфекции эксплантов использовали 0,5 % раствор «ОКА-ТАБ» (таблетка массой 3,3 г при растворении в воде

выделяет 1,41-1,87 г активного хлора) с экспозицией эксплантов 5 и 7 минут, а также 30 % раствор гипохлорита натрия в концентрации с водой 1:3, экспозиция 5 минут, и в концентрации с водой 1:1, экспозиция 1 минута.

После основной обработки проводилась 3-х кратная промывка эксплантов в стерильной дистиллированной воде – по 5 минут. Обработанные от сапрофитной микрофлоры апексы высаживали на питательную среду, содержащую соли по прописи Мурасиге и Скуга (1962), с содержанием 6-бензиламинопурина (6-БАП) - 0,5 мг/л, аскорбиновой кислоты – 1 мг/л, витаминов В₁, В₆ и РР по 0,5 мг/л, мезоинозита – 100 мг/л, сахарозы – 30 г и агар-агар 0,8 %. Оценка эффективности дезинфекции эксплантов производилась по инфицированности эксплантов и количеству жизнеспособных эксплантов через 10 дней. Повторность опыта – трехкратная (по 15 эксплантов в повторности).

Для определения оптимального количества цитокинина для качественного побегообразования земляники на этапе мультипликации в питательную среду Мурасиге-Скуга (МС) вводили регуляторы роста: кинетин различной концентрации (0,5 мг/л, 1,0 мг/л и 1,5 мг/л), и 6-БАП – 0,75 мг/л. Безгормональная среда служила контролем.

Культивировали растения при фотопериоде продолжительностью 16 часов, при температуре воздуха +24±2 °С и освещенности 2-3 тыс. люксов.

На этапе адаптации растения земляники высаживали на субстрат, содержащий готовую почвенную смесь «Агробалт», вермикулит, перлит в соотношении 3:1:1. Адаптацию проводили при температуре +22...+26 °С, освещенности 4,5 тыс. люкс, при фотопериоде 16/8 (день – 16 часов, ночь – 8 часов).

Для адаптации микрорастений земляники садовой из закрытых условий микропарника к открытому грунту нами впервые был использован препарат «Эм Био» следующего состава: вода питьевая, сахар-песок, пато-

ка, комплекс молочнокислых бактерий, дрожжей и продуктов их жизнедеятельности, в концентрации 5 мл/л.

Обсуждение результатов. Для определения наиболее благоприятного периода при введении сортов земляники в культуру *in vitro*, инициацию проводили в период начала активного усообразования: середина июня и начало июля.

Стерилизация исходного материала играет определяющую роль на этапе ввода эксплантов в культуру *in vitro* [13]. Результаты по дезинфекции эксплантов показали, что наиболее высокую эффективность стерилизации эксплантов имел препарат «ОКА-ТАБ» с временем экспозиции 5 минут, с выживаемостью меристем 82,5 % (рис. 1).

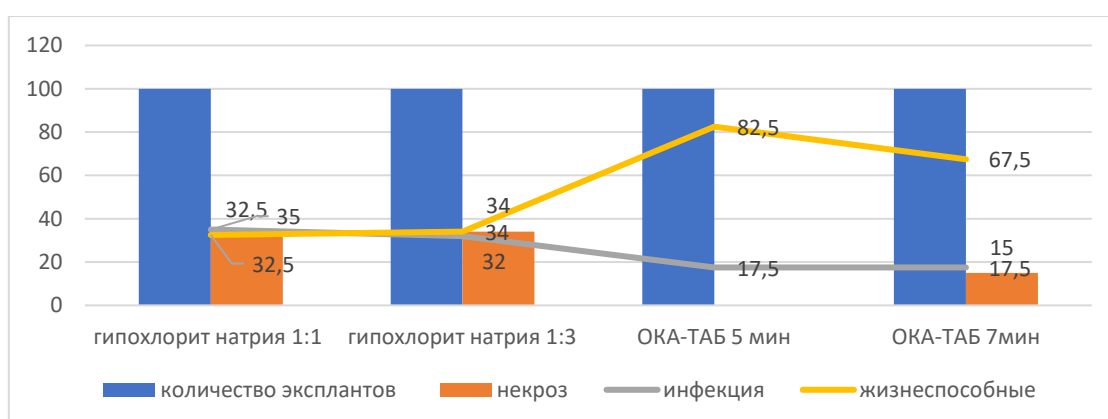


Рис. 1. Процент приживаемости эксплантов земляники в культуре *in vitro* в зависимости от способа стерилизации, сорт Мальвина

Данный препарат, используемый при более длительной экспозиции 7 минут, проявил себя с меньшей эффективностью – 67,5 %, это связано с большим процентом (15 %) некроза тканей эксплантов при воздействии стерилизатора.

Таким образом, для поверхностной обработки эксплантов сорта земляники Мальвина оптимальным вариантом является 0,5 % раствор «ОКА-ТАБ» с временем экспозиции 5 мин.

Наиболее высокий процент контаминации был отмечен в вариантах с использованием 30 %-го раствора гипохлорита натрия в обеих концентрациях (1:3 и 1:1) экспозициях 5 мин. и 1 мин., соответственно 32,5 и 35,0 %.

Важнейшими факторами, влияющими на эффективность введения в культуру сортов земляники в условия *in vitro*, являются типы используемых регуляторов роста. Цитокинин-6-бензиламинопурин (6-БАП) чаще всего используют в микроразмножении земляники садовой [14, 15]. Также имеется ряд исследований по изучению эффективности влияния гормона роста кинетина (6-фурфуриламинопурин) на микроразмножение в условиях *in vitro*, способствующего индуцировать пролиферацию клеток и органогенез почек и побегов [16, 17].

В нашей работе мы изучали реакцию микропобегов земляники сорта Мальвина на кинетин. Для этого на этапе мультипликации для повышения побегообразования земляники в питательную среду Мурасиге-Скуга (МС) вводили кинетин различной концентрации: 0,5 мг/л, 1,0 мг/л и 1,5 мг/л. По данным исследований Popescu и др. (2011), среда с добавлением кинетина 1,25 мг/л является лучшей для размножения изучаемых сортов земляники (Премиял, Эльсанта и Зенга Зенгана). В результате нашего исследования установлено, что наиболее высокое значение коэффициента размножения земляники сорта Мальвина было на среде с содержанием кинетина 1,0 мг/л и составило 1:8 на 3 пассаже. При концентрации кинетина 0,5 и 1,5 мг/л, коэффициент размножения в среднем составлял 1:5, мг/л (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние концентрации кинетина и 6 - БАП на коэффициент микроразмножения земляники садовой (3 пассаж)

Сорт земляники	Среда Мурасиге-Скуга (МС)				
	Концентрация кинетина, мг/л			Концентрация 6-БАП, мг/л	Среда без гормонов
	0,5	1,0	1,5	0,75	
Мальвина	1:5	1:8	1:5	1:7	1:1,6

На среде с содержанием 6-БАП 0,75 мг/л, коэффициент размножения у сорта Мальвина в среднем составил 1:7. Максимальное количество побегов на данной среде с одного экспланта – 15 шт. (рис. 2).



Рис. 2. Земляника на этапе микроразмножения с концентрацией 6-БАП 0,75мг/л, сорт Мальвина

Кроме того, на этапе микроразмножения отмечено спонтанное корнеобразование микрорастений земляники как на средах с кинетином, так и в контрольном варианте (безгормональная среда).

Исходя из полученных данных следует отметить, что на среде с содержанием кинетина от 0,5-1,5 мг/л от 10 до 37 % эксплантов имели развитую корневую систему и были готовы для пересадки в нестерильные условия. В контрольном варианте на безгормональной среде формирование корней отмечено у 95 % растений. Таким образом, безгормональную среду можно эффективно использовать для этапа ризогенеза микропобегов земляники сорта Мальвина (рис. 3).



Рис. 3. Влияние содержания кинетина в питательной среде на процесс ризогенеза земляники садовой

Адаптация микрорастения к условиям *ex vitro* имеет важное значение в процессе микроразмножения, поскольку анатомически и физиологически микрорастения *in vitro* не готовы к полевым условиям [9, 18]. Оптимальные условия адаптации обеспечивают высокий процент приживаемости растений, улучшают их рост, минимизируют процент погибших и поврежденных растений [19]. Эффективная процедура акклиматизации экономит ресурсы времени, труда, затрат и снижает стоимость производства качественной продукции [20].

В нашем исследовании для улучшения процесса акклиматизации, роста и жизнеспособности растений было использовано микробиологическое удобрение «ЭМ Био», в концентрации 5 мл/л.

В результате проведенных исследований было установлено, что на фоне применения препарата высота растений земляники садовой спустя 1,5 месяца после обработки была значительно выше, чем в контрольном варианте (вода). Максимальная высота большинства растений на фоне применения препаратов составила 15 см, в контрольном варианте этот показатель был ниже соответственно на 45-50 % (рис. 4).

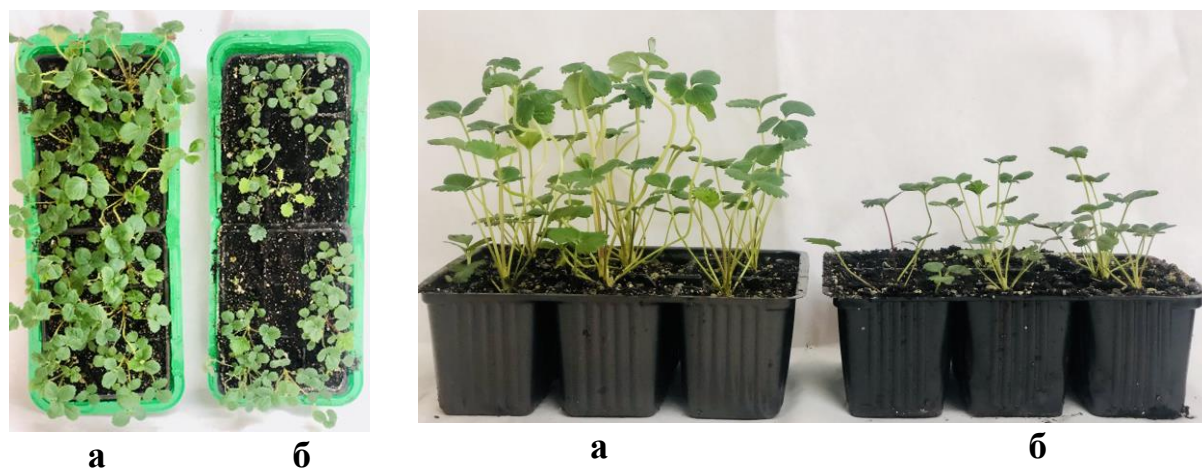


Рис. 4. Адаптация микрорастений земляники садовой
а – обработка препаратом «Эм Био», б – контроль

Было отмечено, что применение препарата «Эм Био» способствовало значительному улучшению корнеобразования. Длина корневой системы в варианте с применением препаратов составляла в среднем 12 см

(макс. 15 см), в контрольном варианте средняя длина корней была равна 7 см, что на 56 % ниже контроля (рис.4).



Рис. 4. Корневая система растений:
а - обработка препаратом «Эм Био»; б - контроль

После акклиматизации в микропарниках адаптированные растения были пересажены в емкости объемом 150-200 мл с почвенным субстратом и переносились в световую комнату для доращивания.

В ходе исследований было получено выращено 200 исходных растений, которые после проведения тестирований на вирусоносительство и генетическую однородность будут использованы для дальнейшего получения базисных растений.

Выводы. Для санации эксплантов земляники сорта Мальвина эффективно использовать 0,5 % водный раствор дезинфицирующих таблеток «ОКА-ТАБ» (в экспозиции 5 мин). Эффективность обработки составляет в среднем 82,5 %.

Установлено, что на этапе микроразмножения возможно использование цитокинина кинетин в концентрации 1,0 мг/л. В среднем на среде с кинетином (1,0мг/л) образуется 8 побегов с экспланта (максимально 15 шт.)

В качестве среды для ризогенеза микропобегов земляники сорта Мальвина можно эффективно использовать безгормональную среду МС.

Процент корнеобразования составляет 95 %, на микрорастении образуется от 4 до 6 корней.

Применение микробиологического препарата «ЭМ Био» способствует увеличению интенсивности вегетативного роста растений земляники садовой сорта Мальвина на 45-50 %. Растения имеют более развитую корневую систему (на 56 % длиннее, чем в контроле), и более высокую адаптивную способность к условиям *ex vitro*.

Литература

1. Обеспечение отрасли промышленного плодоводства субъектов юга России высококачественным посадочным материалом плодовых, орехоплодных и ягодных культур / Л.Л. Бунцевич [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 59. С. 94-99. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26661207>
2. И.И. Бородулина, Т.В. Плаксина. Микроразмножение земляники садовой сорта Московский деликатес // Известия Алтайского государственного университета. 2014. № 3-2(83). С. 25-29.
3. Ara, Most & Karim, Rezaul & Aziz, Md & Rezaul, Karim & Rafiul, Islam & Monzur, Hossain. (2013). Micropropagation and field evaluation of seven strawberry genotypes suitable for agro-climatic condition of Bangladesh. African Journal of Agricultural Research. 8. 1194-1199. 10.5897/AJAR12.2255.
4. Siekierzyńska, Aleksandra & Litwińczuk, Wojciech. (2018). Micropropagation of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) on chemically sterilized media. Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus. 17. 147-156. 10.24326/asphc.2018.3.15.
5. Rusea, Ionela & Popescu, Aurel & Valentina, Isac & Hoza, Dorel. (2020). micropropagation of strawberry cv. Magic. Annals of the University of Craiova. XXIV (LX). 218-223.
6. Kryukov L.A., Vodolazhsky D.I., Kamenetsky-Goldstein R. Micropropagation of Grapevine and Strawberry from South Russia: Rapid Production and Genetic Uniformity. Agronomy. 2022; 12(2):308. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020308>
7. Karpushina, M.V., Vinter M.V. Optimization of stages of clonal micropropagation of garden strawberry varieties Nelly and Kemiya breeding of NCFSCHVW // E3S Web of Conferences, Orel, 24–25 февраля 2021 года. – Orel, 2021. – DOI 10.1051/e3sconf/202125404004. – EDN LJYBEQ.
8. Маркова М.Г., Сомова Е.Н. Приемы повышения укореняемости микропобегов земляники садовой в культуре *in vitro* // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2017. №2 (10). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/priemy-povysheniya-ukorenyaemosti-mikropobegov-zemlyaniki-sadovoy-v-kulture-invitro> (дата обращения: 12.07.2022).
9. Hazarika, B.N., 2003. Acclimatization of tissue-cultured plants. Curr. Sci., 85: 1704-1712.
10. Муратова С.А., Хорошкова Ю.В. Клональное микроразмножение растений – перспективный метод современного питомниководства // Основы повышения продуктивности агроценозов: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти известных ученых И.А. Муромцева и А.С. Татаринцева, Мичуринск (24-26 ноября 2015 г.) Мичуринск: Общество с ограниченной ответственностью «БИС», 2015. С. 367-373.

11. Источник: <https://ogorodum.ru/klubnika-malvina-opisanie-sorta-foto-i-otzyvy.html>
12. Джигадло Е.Н. Методические рекомендации по использованию биотехнологических методов в работе с плодовыми, ягодными и декоративными культурами. Орел: ГНУ ВНИИСПК, 2005. 51с.
13. Munir, Maria et al. "In vitro explant sterilization and bud initiation studies of four strawberry cultivars." *Journal of Applied Horticulture Lucknow* 17 (2015): 192-198.
14. Сковородников Д.Н., Леонова Н.В., Андропова Н.В. Влияние состава питательной среды на эффективность размножения земляники садовой *in vitro* // Вестник ОрелГАУ. 2013. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sostava-pitatelnoy-sredy-na-effektivnost-razmnozheniya-zemlyaniki-sadovoy-in-vitro> (дата обращения: 11.07.2022).
15. Размножение плодовых и ягодных растений в культуре *in vitro* / Н.В. Кухарчик [и др.] // Минск: Белорусская наука, 2016. 235 с. ISBN 978-985-08-1952-9.
16. Popescu, Gheorghe Cristian and Monica Popescu. "The use of kinetin for the efficient *in vitro* initiation of some cultivars of strawberry." (2016).
17. Hesar, A. A., Kaviani, B., Tarang, A., & Zanjani, S. B. (2011). Effect of different concentrations of kinetin on regeneration of ('*Matthiola incana*'). *Plant Omics*, 4(5), 236-238. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.475452823019376>.
18. Маркова М.Г., Сомова Е.Н. Приемы повышения укореняемости микропобегов земляники садовой в культуре *in vitro* // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2017. № 2 (10). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/priemy-povysheniya-ukorenyaemosti-mikropobegov-zemlyaniki-sadovoy-v-kulture-invitro> (дата обращения: 12.07.2022).
19. Sha Valli Khan, P.S., 2003. Acclimatization of Micropropagated Horticultural Plants. In: Comprehensive Micropropagation of Horticultural Crops, Chandra, R. and M. Mishra (Eds.). International Book Distributing Co., India, pp: 491-524
20. Gantait, S., 2009. Accelerated cloning *in vitro* and induction of variation in six plants having medicinal, aromatic or aesthetic importance. Ph.D. Thesis, Bidhan Chandra Krishi Viswavidyalaya, WB, India

References

1. Obespechenie otrasli promyshlennogo plodovodstva sub"ektov yuga Rossii vysokokachestvennym posadochnym materialom plodovyh, orekhoplodnyh i yagodnyh kul'tur / L.L. Bunceovich [i dr.] // Trudy Kubanskogogosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 59. S. 94-99. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26661207>
2. I.I. Borodulina, T.V. Plaksina. Mikrorazmnozhenie zemlyaniki sadovoj sorta Moskovskij delikates // Izvestiya Altajskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. № 3-2(83). S. 25-29.
3. Ara, Most & Karim, Rezaul & Aziz, Md & Rezaul, Karim & Rafiul, Islam & Monzur, Hossain. (2013). Micropropagation and field evaluation of seven strawberry genotypes suit-able for agro-climatic condition of Bangladesh. *African Journal of Agricultural Research*. 8. 1194-1199. 10.5897/AJAR12.2255.
4. Siekierzyńska, Aleksandra & Litwińczuk, Wojciech. (2018). Micropropagation of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) on chemically sterilized media. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*. 17. 147-156. 10.24326/asphc.2018.3.15.
5. Rusea, Ionela & Popescu, Aurel & Valentina, Isac & Hoza, Dorel. (2020). Micropropagation of strawberry cv. Magic. *Annals of the University of Craiova*. XXIV (LX). 218-223.

6. Kryukov L.A., Vodolazhsky D.I., Kamenetsky-Goldstein R. Micropropagation of Grapevine and Strawberry from South Russia: Rapid Production and Genetic Uniformity. *Agronomy*. 2022; 12(2):308. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020308>
7. Karpushina, M.V., Vinter M.V. Optimization of stages of clonal micropropagation of garden strawberry varieties Nelly and Kemiya breeding of NCFSCHVW // E3S Web of Conferences, Orel, 24–25 fevralya 2021 goda. – Orel, 2021. – DOI 10.1051/e3sconf/202125404004. – EDN LJYBEQ.
8. Markova M.G., Somova E.N. Priemy povysheniya ukorenyaemosti mikropobegov zemlyaniki sadovoy v kul'ture in vitro // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skohozyajstvennye nauki. Ekonomicheskie nauki». 2017. №2 (10). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/priemy-povysheniya-ukorenyaemosti-mikropobegov-zemlyaniki-sadovoy-v-kulture-invitro> (data obrashcheniya: 12.07.2022).
9. Hazarika, B.N., 2003. Acclimatization of tissue-cultured plants. *Curr. Sci.*, 85: 1704-1712.
10. Muratova S.A., Horoshkova Yu.V. Klonal'noe mikrorazmnozhenie rastenij – perspektivnyj metod sovremennogo pitomnikovodstva // Osnovy povysheniya produktivnosti agrocenozov: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj pamyati izvestnyh uchenyh I.A. Muromceva i A.S. Tatarinceva, Michurinsk (24-26 noyabrya 2015 g.) Michurinsk: Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu "BIS", 2015. S. 367-373.
11. Istochnik: <https://ogorodum.ru/klubnika-malvina-opisanie-sorta-foto-i-otzyvy.html>
12. Dzhigadlo E.N. Metodicheskie rekomendacii po ispol'zovaniyu biotekhnologicheskikh metodov v rabote s plodovymi, yagodnymi i dekorativnymi kul'turami. Orel: GNU VNIISPK, 2005. 51s.
13. Munir, Maria et al. “In vitro explant sterilization and bud initiation studies of four strawberry cultivars.” *Journal of Applied Horticulture Lucknow* 17 (2015): 192-198.
14. Skovorodnikov D.N., Leonova N.V., Andronova N.V. Vliyanie sostava pitatel'noj sredy na effektivnost' razmnozheniya zemlyaniki sadovoy in vitro // Vestnik OrelGAU. 2013. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sostava-pitatelnoy-sredy-na-effektivnost-razmnozheniya-zemlyaniki-sadovoy-in-vitro> (data obrashcheniya: 11.07.2022).
15. Razmnozhenie plodovyh i yagodnyh rastenij v kul'ture in vitro / N.V. Kuharchik [i dr.] // Minsk: Belorusskaya nauka, 2016. 235 s. ISBN 978-985-08-1952-9.
16. Popescu, Gheorghe Cristian and Monica Popescu. “The use of kinetin for the efficient in vitro initiation of some cultivars of strawberry.” (2016).
17. Hesar, A. A., Kaviani, B., Tarang, A., & Zanjani, S. B. (2011). Effect of different concentrations of kinetin on regeneration of ('Matthiola incana'). *Plant Omics*, 4(5), 236-238. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.475452823019376>.
18. Markova M.G., Somova E.N. Priemy povysheniya ukorenyaemosti mikropobegov zemlyaniki sadovoy v kul'ture in vitro // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skohozyajstvennye nauki. Ekonomicheskie nauki». 2017. № 2 (10). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/priemy-povysheniya-ukorenyaemosti-mikropobegov-zemlyaniki-sadovoy-v-kulture-invitro> (data obrashcheniya: 12.07.2022).
19. Sha Valli Khan, P.S., 2003. Acclimatization of Micropropagated Horticultural Plants. In: Comprehensive Micropropagation of Horticultural Crops, Chandra, R. and M. Mishra (Eds.). International Book Distributing Co., India, pp: 491-524
20. Gantait, S., 2009. Accelerated cloning in vitro and induction of variation in six plants having medicinal, aromatic or aesthetic importance. Ph.D. Thesis, Bidhan Chandra Krishi Viswavidyalaya, WB, India