

УДК 634.75:581.192.7

UDC 634.75:581.192.7

4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (сельскохозяйственные науки)

4.1.4. Horticulture, vegetable growing, viticulture and medicinal crops (Agricultural sciences)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В РАЗМНОЖЕНИИ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

THE USE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN THE PROPAGATION OF STRAWBERRIES IN CULTURE *IN VITRO*

Селиванова Мария Владимировна
к. с.-х. н., доцент
seliwanowa86@mail.ru

Selivanova Maria Vladimirovna
Cand. in Agricultural Sciences
seliwanowa86@mail.ru

Айсанов Тимур Солтанович
к. с.-х. н.

Aisanov Timur Soltanovich
Cand. in Agricultural Sciences

Елена Семеновна Романенко
к. с.-х. н., доцент

Elena Semenovna Romanenko
Cand. in Agricultural Sciences

Есаулко Наталия Александровна
к. с.-х. н., доцент

Esaulko Natalia Alexandrovna
Cand. in Agricultural Sciences

Новак Мария Сергеевна
старший преподаватель
Ставропольский государственный аграрный университет, Россия, 350017, Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12

Novak Maria Sergeevna
Senior lecturer
Stavropol State Agrarian University, Russia, 350017, Stavropol, per. Zootekhnicheskyy, 12

Цель исследований – провести анализ эффективности биологически активных веществ в составе питательных сред на укореняемость и параметры роста и развития микрорастений промышленных сортов земляники садовой в культуре *in vitro*. Лабораторные исследования были проведены в Научно-производственном центре питомниководства плодовых и ягодных культур ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» в период конвейерного размножения земляники садовой 2022-2024 гг. Опыт был двухфакторный: фактор А – сорт земляники садовой (Азия, Априка, Клери и Сирия), фактор В – биологически активное вещество (триптофан, брассинолид, 2-диэтиламиноэтил гексаноат, мета-тополина). Биологически активные вещества применяли в составе питательной среды. Режим и условия при введении эксплантов в культуру *in vitro*, и выращивания микрорастений земляники на всех этапах мультипликации и ризогенеза были традиционными для технологии микрклонального размножения. В задачи исследований входило определение укореняемости, коэффициента размножения и параметров роста корневой системы и побегов микрорастений. Введение в питательную среду биологически активных веществ на всех этапах *in vitro* способствовало увеличению укореняемости микрорастений в среднем по опыту на 11,2-17,3

The purpose of the research is to analyze the effectiveness of biologically active substances in the composition of nutrient media on rooting and growth and development parameters of microplants of industrial varieties of garden strawberries in *in vitro* culture. Laboratory studies were conducted at the Scientific and Production Center for Nursery of Fruit and Berry Crops of the Stavropol State Agrarian University during the conveyor propagation of strawberries in 2022-2024. The experiment was two-factorial: factor A is a variety of garden strawberries (Asia, Clery, Aprica and Syria), factor B is a biologically active substance (brassinolide, tryptophan, meta-topolina, 2-diethylaminoethyl hexanoate). Biologically active substances were used at all stages *in vitro* as part of the nutrient medium. The regime and conditions for the introduction of explants into culture *in vitro*, and the cultivation of strawberry microplants at all stages of animation and rhizogenesis were traditional for the technology of microclonal reproduction. The objectives of the research included the determination of rootability, reproduction coefficient and growth parameters of the root system and shoots of micro-plants. When biologically active substances were added to the nutrient medium, the rooting capacity of strawberry microplants increased by 11.2-17.3% relative to the control on average according to experience, the length of the roots increased by 3.5–5.2 mm, the number of roots increased by 0.6-1.0 pcs. The

% относительно контроля, длины корней – на 3,5-5,2 мм, их количества – на 0,6-1,0 шт. При применении БАВ в составе питательной среды активизировалась профилирация и развитие микрорастений – коэффициент размножения увеличивался относительно контроля в среднем на 0,8-1,8 ед. Исследованиями установлено, что развитие микрорастений земляники садовой в культуре *in vitro* обусловлено сортовой специфичностью. Наибольшее преимущество при учете укореняемости и параметров корневой системы имели сорта Клери и Сирия. Коэффициент размножения изменялся в среднем по опыту в пределах 3,9-5,0 ед. с максимальным значением у сорта Сирия

additional use of biologically active substances in the Murashige-Skuga environment contributed to an increase in the reproduction coefficient by 0.8-1.8 units relative to the control on average. The development of micro-plants of strawberry in microclonal reproduction depends on the characteristics of the variety. The highest values when taking into account the rootability and parameters of the root system were in the varieties Clery and Syria. The reproduction coefficient varied on average according to the experience in the range of 3.9-5.0 units with obtaining the maximum value for Syria strawberries

Ключевые слова: ЗЕМЛЯНИКА САДОВАЯ, IN VITRO, СОРТ, ПИТАТЕЛЬНАЯ СРЕДА, БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО, УКОРЕНЯЕМОСТЬ, МИКРОРАСТЕНИЕ

Keywords: STRAWBERRY, IN VITRO, VARIETY, NUTRIENT MEDIUM, BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCE, ROOTABILITY, MICRO-GROWTH

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-203-034>

Введение. Современное садоводство относится к интенсивно развивающимся отраслям сельского хозяйства, которая основывается на решении актуальных задачах производства плодово-ягодных культур. Областью исследований отрасли садоводства являются вопросы изучения этапов роста и развития плодово-ягодных культур, их морфологических и биологических особенностей, агротехнических приемов возделывания, воспроизводства посадочного материала [1].

Земляника садовая – это наиболее распространённая ягодная культура, по рентабельности производства – экономически важная сельскохозяйственная культура [2]. Высокий спрос на ягоды земляники обусловлен богатым биохимическим составом, питательными и диетическими свойствами, и значимыми вкусовыми показателями [3].

Главная цель отечественного питомниководства – это полное обеспечение садоводства оздоровленным, сертифицированным, высококачественным посадочным материалом плодовых и ягодных культур [4]. Микрклональное размножение растений позволяет получать не зараженные болезнями растения в лабораторных условиях в течение

всего года, в том числе ценные сорта земляники, трудно размножаемые вегетативным способом [5].

Технология микроклонального размножения предусматривает использование питательных сред оптимального состава в зависимости от генотипа растений, что в комплексе с другими условиями культивирования обеспечивает повышение показателей качества посадочного материала и активизирует рост и развитие растительного организма, особенно на первых этапах развития [6]. Методы регенерации растений в *культуре in vitro* имеют общие закономерности. Способность к регенерации выделенных тканей обусловлена взаимосвязанными факторами, включающие внутренние – тип эксплантантов и его физиологическое состояние, генотипические характеристики растения-донора, внешние – компонентный состав питательных сред, наличие гормонов, режим, условия культивирования [7].

В процессе микроклонального размножения растений необходимо создавать условия, которые будут способствовать максимальному укоренению микро-растений, развитию корневой системы, что является важным аспектом при успешной адаптации растений на следующих этапах размножения. В этом отношении эффективно добавление в питательную среду биологически активных веществ. Необходимость изучения различных БАВ или их концентраций обусловлена сортовой специфичностью земляники садовой. Различная реакция сортов объясняется наличием ростовых веществ в растении, вид и количество вещества зависит от генотипических особенностей культуры [2].

Цель исследований – изучить влияние биологически активных веществ в составе питательных сред на укореняемость и морфометрические параметры микрорастений промышленных сортов земляники садовой при размножении в условиях *in vitro*.

Материалы и методы исследований. Лабораторные исследования были проведены в Научно-производственном центре питомниководства плодовых и ягодных культур ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ в период конвейерного размножения земляники садовой 2022-2024 гг.

Изучение эффективности применения биологически активных веществ при размножении разных сортов земляники методом *in vitro* предусматривало закладку двухфакторного опыта: фактор А – сорт земляники садовой, фактор В – биологически активное вещество. В опыте были изучены сорта земляники Азия, Априка, Клери и Сирия.

В качестве исходного материала для *in vitro* использовали пазушные почки маточных растений. Растительный материал стерилизовали вначале 96 %-ным раствором этилового спирта, в дальнейшем – 0,01-0,1 %-ным раствором перманганата калия, в завершении – промывали в дистиллированной воде.

Стерилизованный растительный материал помещали в пробирки на агаризованные питательные среды (среда Мурасиге-Скуге). Дополнительно в питательные среды на всех этапах *in vitro* вносили биологически активные вещества (фактор В): триптофан, брассинолид, 2-диэтиламиноэтил гексаноат, мета-тополина – по 0,3 мг/л. Перед автоклавированием рН питательной среды доводили до 5,7 ед.

Экспланты культивировали при температуре воздуха +22...+24 °С продолжительностью 16 часов, интенсивность освещенности была 2000-2500 Лк. В течение 3 месяцев регулярно проводили учет приживаемости эксплантов. Затем осуществляли три последовательных пассажа на этапе мультипликации. Условия культивирования растений-регенерантов на этапах мультипликации и ризогенеза были аналогичны, как при введении эксплантов в культуру *in vitro*.

Повторность опытов на каждом этапе – трехкратная, по 50 растений-регенерантов в повторности. Учеты и измерения проводили с

использованием общепринятых методик [8].

Результаты исследований. Качество посадочного материала земляники садовой напрямую влияет на урожайность и характеристики ягод культуры. Производство посадочного материала плодовых и ягодных культур методом *in vitro* – это современный быстрый способ получения здоровых растений, защищенных от патогенов. В опыте было проведено изучение микрорастений четырех сортов земляники и эффективность применения биологически активных веществ для улучшения их развития.

При размножении вегетативным методом находят применение различные подходы к формированию и размножению меристематических тканей, от которых начинается образование микропобегов и в дальнейшем микрорастений *in vitro*. Наиболее распространенный в настоящее время является механизм роста тканей – это использование пазушных почек маточных растений. Полноценное развитие меристематических тканей происходит при наличии в питательной среде оптимального количества элементов питания и гормонов. Согласно полученным данным дополнительное добавление в питательную среду биологически активных веществ оказывало существенное влияние на укореняемость и развитие микрорастений.

Укоренение микрорастений является важным аспектом в культуре *in vitro* [8]. Период укоренения пазушных почек и в дальнейшем микрочеренков опытных растений садовой земляники продолжалось около 25 дней. Данные по укореняемости микрорастений приведены в среднем за три пассажа и варьировали в зависимости от БАВ и сорта земляники.

Большую роль в укореняемости и развитии микрорастений земляники садовой играют сортовые особенности культуры. В научных работах приводятся данные по поиску оптимальных условий микроклонального размножения плодовых и ягодных культур разных сортов, отличающихся по интенсивности роста и развития в зависимости от биотехнологических приемов [10].

Согласно наблюдениям укореняемость микрорастений изучаемых

сортов земляники в среднем по опыту была в пределах 68,4-83,9 %. Отмечено, что низкие значения укореняемости были получены у сортов Азия и Априка, наибольшее преимущество имели сорта Клери и Сирия. Максимальная укореняемость была у сорта Сирия и превышала другие сорта в среднем по опыту на 9,4-18,5 % (табл. 1).

Таблица 1 – Укореняемость микрорастений сортов земляники садовой (2022-2024 гг.)

Сорт (фактор А)	БАВ (фактор В)	Укореня- емость (в среднем за 3 пассажа), %	Ризогенез при учете с 1 микрорастения (на 3-м пассаже)	
			длина корней, мм	количество корней, шт.
Азия	Контроль	59,4	10,1	2,7
	Триптофан	67,8	14,0	3,3
	Брассинолид	70,7	15,0	3,5
	2-Диэтиламиноэтил гексаноат	72,7	15,7	3,6
	Мета-Тополин	71,5	15,4	3,5
Априка	Контроль	51,8	11,8	2,6
	Триптофан	64,4	13,2	3,3
	Брассинолид	69,4	14,0	3,4
	2-Диэтиламиноэтил гексаноат	71,5	15,2	3,7
	Мета-Тополин	70	14,5	3,5
Клери	Контроль	61,6	11,5	3,1
	Триптофан	73,2	14,8	3,5
	Брассинолид	77,9	14,6	3,7
	2-Диэтиламиноэтил гексаноат	80,5	16,1	4,0
	Мета-Тополин	79,1	15,7	3,8
Сирия	Контроль	71,8	14,0	3,7
	Триптофан	83,8	19,5	4,3
	Брассинолид	86,9	19,8	4,6
	2-Диэтиламиноэтил гексаноат	89,1	21,0	4,8
	Мета-Тополин	88	20,4	4,7
НСР ₀₅ (А)		2,8	0,4	0,2
НСР ₀₅ (В)		9,4	0,3	0,1

Применение в составе питательной среды биологически активного вещества независимо от сорта земляники обеспечило увеличение укореняемости микрорастений в среднем по опыту на 11,2-17,3 % больше чем в контроле при $НСР_{05}$ 9,4 %. Наиболее высокий процент укореняемости был получен при введении в питательную среду 2-диэтиламиноэтил гексаноата.

Использование в питательной среде биологически активных веществ и особенности сорта отразились на морфометрических показателях корневой системы микрорастений. При анализе корневой системы по изучаемым сортам земляники получено, что наименьшая длина корней была у сорта Априка – 13,7 мм в среднем по опыту, разница относительно сорта Азия была незначительная – 0,3 мм. Наибольшее преимущество по длине корней микрорастений было у сорта Сирия – 18,9 мм в среднем по опыту, что достоверно превышало значения сортов Азия, Априка и Клери на 4,4-5,2 мм. Динамика изменения количества корней на одном экспланте в зависимости от сорта земляники была аналогична данным по учету длины корней. Количество корней с одного микрорастения составило в среднем по опыту 3,3-4,4 шт. с получением максимума у сорта Сирия.

Биологически активные вещества оказывали ростостимулирующее влияние на развитие корневой системы микрорастений земляники садовой. Применение БАВ в составе питательной среды способствовало нарастанию длины корней земляники в среднем на 3,5-5,2 мм относительно контроля, увеличению количества корней – на 0,6-1,0 шт. Наиболее успешно формирование корней микрорастений среди анализируемых биологически активных веществ было при использовании 2-диэтиламиноэтил гексаноата.

В технологии *in vitro* значимым показателем является коэффициент размножения микрорастений, оценивающийся числом сформированных растений каждым исходным растением [11]. Коэффициент размножения существенно зависит от сортовых особенностей культуры. Показатель

изменялся в опыте от наименьшего значения в 3,9 ед. у сорта Априка в среднем по опыту до максимального у сорта Сирия – 5,0 ед. (табл. 2).

Таблица 2 – Коэффициент размножения микрорастений земляники садовой, в среднем за 3 пассажа (2022-2024 гг.)

Сорт (фактор А)	БАВ (фактор В)	Коэффициент размножения, ед.	Средняя длина микропобега, мм	Количество микропобегов на 1 экспланте, шт.
Азия	Контроль	3,1	7,1	1,6
	Триптофан	4,0	7,5	1,8
	Брассинолид	4,4	7,8	1,9
	2-Диэтиламиноэтил гексаноат	5,0	8,1	2,1
	Мета-Тополин	4,7	8,4	2,4
Априка	Контроль	2,9	6,8	1,5
	Триптофан	3,7	7,1	1,8
	Брассинолид	4,0	7,5	1,8
	2-Диэтиламиноэтил гексаноат	4,5	7,7	2,0
	Мета-Тополин	4,3	8,1	2,2
Клери	Контроль	3,7	7,5	1,9
	Триптофан	4,5	7,7	2,3
	Брассинолид	4,7	7,8	2,4
	2-Диэтиламиноэтил гексаноат	5,5	8,2	2,7
	Мета-Тополин	5,1	8,6	2,8
Сирия	Контроль	3,9	7,8	2,1
	Триптофан	4,7	8,1	2,4
	Брассинолид	5,2	8,4	2,4
	2-Диэтиламиноэтил гексаноат	5,8	8,6	2,7
	Мета-Тополин	5,6	8,9	2,9
НСР ₀₅ (А)		0,2	0,1	0,1
НСР ₀₅ (В)		0,2	0,2	0,2

Введение в питательную среду дополнительно БАВ обеспечивало активизацию профилерации и развитие микрорастений – коэффициент размножения увеличивался относительно контроля в среднем на 0,8-1,8 ед. Применение 2-диэтиламиноэтил гексаноата в составе питательной среды способствовало получению максимальной регенеративной способности у микрорастений земляники.

Изучаемые биотехнологические приемы оказались эффективными при учете формирования надземной части микрорастений. Использование биологически активных веществ способствовало увеличению средней длины микропобега и образованию дополнительно их количества на одном экспланте: разница по отношению к контролю в среднем по опыту была на уровне 0,3-1,2 мм и 0,3-0,8 шт. соответственно. Наибольшая длина микропобега была получена при использовании мета-тополин, число микропобегов – 2-диэтиламиноэтил гексаноата и мета-тополин, разница между данными вариантами была в пределах опыта при НСР₀₅ в 0,2 шт.

Учет роста микропобегов земляники подтверждают сортоспецифичность культуры при микроклональном размножении. Наиболее успешно формирование микропобегов наблюдали у сорта Сирия: средняя длина превышала сорта Азия, Априка и Клери в среднем по опыту на 0,4-1,0 мм, количество микропобегов – на 0,1-0,5 шт. Разница в количестве микропобегов у сортов Сирия и Клери была не существенная.

Заключение. В результате исследований выявлено, что применение биологически активных веществ в составе питательной среды обеспечило повышение эффективности выращивания микрорастений земляники садовой в культуре *in vitro*: увеличивался процент укореняемости и улучшалось формирование морфометрических показателей. Введение в питательную среду на всех этапах микроклонального размножения биологически активных веществ способствовало увеличению укореняемости микрорастений в среднем по опыту на 11,2-17,3 %

относительно контроля, длины корней – на 3,5-5,2 мм, их количества – на 0,6-1,0 шт., наибольшие значения были получены при использовании 2-диэтиламиноэтил гексаноата. При применении БАВ в составе питательной среды активизировалась профилирация и развитие микрорастений – коэффициент размножения увеличивался относительно контроля в среднем на 0,8-1,8 ед., длина микропобега и их количество на 1 экспланте – на 0,3-1,2 мм и 0,3-0,8 шт. соответственно.

Данными опыта установлено, что развитие микрорастений земляники садовой в культуре *in vitro* обусловлено сортовой специфичностью. Наибольшее преимущество при учете укореняемости и параметров корневой системы имели сорта Клери и Сирия. Коэффициент размножения изменялся в среднем по опыту в пределах 3,9-5,0 ед. с максимальным значением у сорта Сирия.

Литература

1. Повышение эффективности технологии оздоровления и первичного размножения земляники садовой в культуре *in vitro* / И.М. Баматов, Н.Л. Адаев, Э.А. Цагараева [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. 2020. Т. 57, № 4. С. 183-191.
2. Микрклональное размножение земляники садовой / О.В. Мацнева, Л.В. Ташматова, Н.Ю. Орлова, В.В. Шахов // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2017. Т. 4, № 1-2. С. 93-96.
3. Сравнительный биохимический состав плодов земляники садовой сорта Азия при естественном и искусственном освещении / В.Л. Захаров, В.А. Гулидова, М.В. Дятлова, Ю.Е. Мамонтова // Вестник КрасГАУ. 2024. № 1(202). С. 70-76. DOI 10.36718/1819-4036-2024-1-70-76.
4. Бунцевич Л.Л., Тыщенко Е.Л., Сергеева Н.Н. Обеспечение отрасли промышленного плодоводства субъектов Юга России высококачественным посадочным материалом плодовых, орехоплодных и ягодных культур // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 59. С. 94-99.
5. Влияние состава питательной среды на корнеобразование голубики топяной (*Vaccinium uliginosum* L.) севернороссийского происхождения в культуре *in vitro* / С.С. Макаров, Е.И. Куликова, И.Б. Кузнецова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 12(201). С. 121-127. DOI 10.36718/1819-4036-2023-12-121-127.
6. Панкратова А.А., Толоконцев Д.В. Изучение влияния препарата Янтарин в составе питательной среды Мурасиге и Скуга на клональное микроразмножение некоторых сортов земляники садовой // АгроЭкоИнфо. 2024. Т. 63, № 3. DOI 10.51419/202143314.
7. Оптимизация микрклонального размножения земляники / Ю.Н. Федорова, А.В. Крюкова, Т.Д. Туманова [и др.] // Плодоводство и ягодоводство России. 2009. Т.

22, № 2. С. 341-345.

8. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по сельскохозяйственным и педагогическим, естественнонаучным и педагогическим специальностям / В.С. Шевелуха, Е.С. Воронин, Е.А. Калашникова [и др.]. 3-е издание, переработанное и дополненное. М. : Высшая Школа, 2008. 710 с.

9. Оценка влияния различных факторов на укоренение *in vitro* и адаптацию *ex vitro* российских сортов *Prunus cerasus* L. / С.С. Макаров [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 11. С. 121–129. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-121-129.

10. Степанов В.В., Московенко Н.В. Изучение показателей качества земляники садовой, выращенной путем биотехнологии микроклонирования // Научные труды КубГТУ. 2016. № 14. С. 621–628.

11. Панкратова А.А., Толоконцев Д.В. Изучение влияния препарата Янтарин в составе питательной среды Мурасиге и Скуга на клональное микроразмножение некоторых сортов земляники садовой // АгроЭкоИнфо. 2024. Т. 63, № 3. DOI 10.51419/202143314.

References

1. Povyshenie effektivnosti tekhnologii ozdorovleniya i pervichnogo razmnozheniya zemlyaniki sadovoj v kul'ture *in vitro* / I.M. Bamatov, N.L. Adaev, E.A. Cagaraeva [i dr.] // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. T. 57, № 4. S. 183-191.

2. Mikroklonal'noe razmnozhenie zemlyaniki sadovoj / O.V. Macneva, L.V. Tashmatova, N.YU. Orlova, V.V. SHahov // Selekcija i sortorazvedenie sadovyh kul'tur. 2017. T. 4, № 1-2. S. 93-96.

3. Sravnitel'nyj biohimicheskij sostav plodov zemlyaniki sadovoj sorta Aziya pri estestvennom i iskusstvennom osveshchenii / V.L. Zaharov, V.A. Gulidova, M.V. Dyatlova, YU.E. Mamontova // Vestnik KrasGAU. 2024. № 1(202). S. 70-76. DOI 10.36718/1819-4036-2024-1-70-76.

4. Bunceвич L.L., Tyshenko E.L., Sergeeva N.N. Obespechenie otrasli promyshlennogo plodovodstva sub"ektov YUga Rossii vysokokachestvennym posadochnym materialom plodovyh, orekhoplodnyh i yagodnyh kul'tur // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 59. S. 94-99.

5. Vliyanie sostava pitatel'noj sredy na korneobrazovanie golubiki topyanoj (*Vaccinium uliginosum* L.) severnorossijskogo proiskhozhdeniya v kul'ture *in vitro* / S.S. Makarov, E.I. Kulikova, I.B. Kuznecova [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2023. № 12(201). S. 121-127. DOI 10.36718/1819-4036-2023-12-121-127.

6. Pankratova A.A., Tolokoncev D.V. Izuchenie vliyanija preparata YAntarin v sostave pitatel'noj sredy Murasige i Skuga na klonal'noe mikrorazmnozhenie nekotoryh sortov zemlyaniki sadovoj // AgroEkoInfo. 2024. T. 63, № 3. DOI 10.51419/202143314.

7. Optimizaciya mikroklonal'nogorazmnozheniya zemlyaniki / YU.N. Fedorova, A.V. Kryukova, T.D. Tumanova [i dr.] // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2009. T. 22, № 2. S. 341-345.

8. Sel'skohozyajstvennaya biotekhnologiya: uchebnik dlya studentov vysshih uchebnyh zavedenij, obuchayushchihsya po sel'skohozyajstvennym i pedagogicheskim, estestvennonauchnym i pedagogicheskim special'nostyam / V.S. SHeveluha, E.S. Voronin, E.A. Kalashnikova [i dr.]. 3-e izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe. M. : Vysshaya SHkola, 2008. 710 s.

9. Ocenka vliyanija razlichnyh faktorov na ukorenenie *in vitro* i adaptaciju *ex vitro* rossijskih sortov *Prunus cerasus* L. / S.S. Makarov [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2023. № 11. S. 121–129. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-121-129.

10. Stepanov V.V., Moskovenko N.V. Izuchenie pokazatelej kachestva zemlyaniki sadovoj, vyrashchennoj putem biotekhnologii mikroklonirovaniya // Nauchnye trudy KubGTU. 2016. № 14. S. 621–628.

11. Pankratova A.A., Tolokoncev D.V. Izuchenie vliyaniya preparata YAntarin v sostave pitatel'noj sredy Murasige i Skuga na klonal'noe mikrorazmnozhenie nekotoryh sortov zemlyaniki sadovoj // AgroEkoInfo. 2024. T. 63, № 3. DOI 10.51419/202143314.