dannykh dlya prognoza urozhaynosti kormovykh trav na seno po Irkutskoy oblasti. Zayavl. 12.08.2024. Opubl. 22.08.2024. Byul. No. 9 / O.I. Pishchimko; pravoobadatel Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe uchrezhdenie "Sibirskiy regionalnyy nauchno-issledovatelskiy gidrometeorologicheskiy institut".

9. Svidetelstvo o gosudarstvennoy registratsii v reestre programm dlya EVM No. 2024667973. Rossiyskaya Federatsiya. Programma rascheta prognoza sredneoblastnoy urozhaynosti kartofelya po Irkutskoy oblasti. Zayavl. 18.07.2024. Opubl. 01.08.2024. Byul. No. 8 / O.I. Pishchimko, D.S. Fedorov, L.V. Garafutdinova; pravoobladatel Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe uchrezhdenie "Sibirskiy regionalnyy nauchno-issledovatelskiy gidrometeorologicheskiy institut".

10. Fedorov, D. S. Tsifrovizatsiya metodov prognoza urozhaynosti selskokhozyaystvennykh kultur / D. S. Fedorov, O. I. Pishchimko, L. V. Garafutdinova // Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki. – 2025. – No. 55 (1). – S. 5-13. – DOI 10.26898/0370-8799-2025-1-1.

11. RD 52.27.284-91. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu proizvodstvennykh ispytaniy novykh metodov gidrometeorologicheskikh prognozov. – Moskva: Gidrometeoizdat, 1991.

12. Kuznetsova, K. S. Monitoring tekhnologicheskogo potentsiala v sisteme obespecheniya prodovolstvennogo bezopasnosti / K. S. Kuznetsova, E. V. Lobkova // Matritsa nauchnogo poznaniya. – 2025. – No. 12-2. – S. 92-108.

13. Ivanov, D. A. Primenenie matematicheskikh algoritmov pri modelirovanii urozhaynosti trav v predelakh khozyaystva / D. A. Ivanov, S. V. Arkhipov, K. S. Kurpas // Zemledelie. – 2026. – No. 2. – S. 18-23.

✦ ✦ ✦

УДК 634.7:581.143.6
DOI: 10.53083/1996-4277-2026-265-11-25-30

Д.А. Гусев, **Г.Н. Блинова**, **Т.В. Плаксина**
D.A. Gusev, G.N. Blinova, T.V. Plaksina

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ИНДУКЦИИ РИЗОГЕНЕЗА НА РОСТ РАСТЕНИЙ СОРТОВ ЕЖЕВИКИ И МАЛИНО-ЕЖЕВИЧНЫХ ГИБРИДОВ НА ЭТАПЕ АДАПТАЦИИ *EX VITRO*

EFFECT OF RHIZOGENESIS INDUCTION METHOD ON THE GROWTH OF PLANTS OF BLACKBERRY VARIETIES AND RASPBERRY-BLACKBERRY HYBRIDS AT ADAPTATION STAGE *EX VITRO*

Ключевые слова: *ежевика, малино-ежевичный гибрид, клональное микроразмножение, укоренение in vitro, укоренение ex vitro, ризогенез, Rubus L., симультантная адаптация и укоренение.*

Традиционно в технологии клонального микроразмножения присутствуют этапы укоренения *in vitro* с последующей адаптацией *ex vitro*, что не всегда оправдано с точки зрения эффективности технологии применительно к тем или иным культурам. Цель представленных исследований – оценить особенности ризогенеза в условиях *in vitro* и *ex vitro* у 10 сортов ежевики и 3 малино-ежевичных гибридов. Индукцию ризогенеза проводили 2 способами – *in vitro* (в питательной среде) и *ex vitro* (непосредственно в субстрате). В качестве минеральной основы питательной среды в первом способе – *in vitro* применяли среды Мурасиге и Скуга и Драйвера и Куниюки в нашей модификации с добавлением индолил-3-масляной кислоты в концентрации 1 и 2 мкМ и без неё. Во втором – *ex vitro* микрочеренки высаживали в стерилизованный субстрат, предварительно смоченный раствором комплексного удобрения. Индукцию ризогенеза проводили 3 вариантами обработки. Установлено, что добавление в питательную среду ауксина негативно влияло на процесс корнеобразования. Высокая жизнеспособность растений, а также высокий уровень укоренения отмечены при симультанной (совместной) адаптации и ризогенезе *ex vitro* без обработок экзогенными ауксинами. ГОСТу по высоте (не менее 50 мм) соответствовали растения от 2 до 9%, укоренявшиеся *in vitro*. У растений, находившихся на симультанной адаптации и ризогенезе, этот показатель составил 48-58%, что показывает преимущество последнего способа перед традиционным подходом при клональном микроразмножении для изученных сортов. В эксперименте по ризогенезу *ex vitro* отмечена высокая жизнеспособность растений (от 93 до 100%), а также высокий уровень укоренения (100%).

Keywords: *blackberry, raspberry-blackberry hybrid, clonal micropropagation, in vitro rooting, ex vitro rooting, rhizogenesis, raspberry (Rubus L.), simultaneous adaptation and rooting.*

Traditionally, clonal micropropagation technology involves *in vitro* rooting followed by *ex vitro* adaptation which is not always appropriate in terms of the technology effectiveness regarding certain crops. The research goal was to evaluate the characteristics of rhizogenesis under *in vitro* and *ex vitro* conditions in 10 blackberry varieties and three raspberry-blackberry hybrids. Rhizogenesis was induced in two ways: *in vitro* (in a nutrient medium) and *ex vitro* (directly in the substrate). In the first, *in vitro* method, we used Murashige and Skoog and Driver and Kuniyuki *Walnut* media modified in our own manner, with and without the addition of indolyl-3-butyric acid at concentrations of 1 μM and 2 μM. In the second, *ex vitro* method, microcuttings were planted in sterilized substrate pre-moistened with a complex fertilizer solution. Rhizogenesis was induced using three treatment variants. It was found that adding auxin to the nutrient medium negatively affected root formation. High plant viability and a high rooting rate were observed during simultaneous adaptation and *ex vitro* rhizogenesis without treatment with exogenous auxins. Plants rooted in vitro met the National Standard (GOST) height requirement (at least 50 mm) by 2 to 9%. For plants undergoing simultaneous adaptation and rhizogenesis, this figure was 48-58% demonstrating the advantage of the latter method over the traditional approach to clonal micropropagation for the studied varieties. In the *ex vitro* rhizogenesis experiment, high plant viability (93 to 100%) and a high rooting rate (100%) were observed.

Гусев Дмитрий Александрович, науч. сотр., ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: dmitryagus@mail.ru.
Блинова Галина Николаевна, науч. сотр., ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: pisheva_galina@mail.ru.
Плаксина Татьяна Викторовна, к.с.-х.н., вед. науч. сотр., ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: tplaksina@mail.ru.

Gusev Dmitriy Aleksandrovich, Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul, Russian Federation, e-mail: dmitryagus@mai.ru.
Blinova Galina Nikolaevna, Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul, Russian Federation, e-mail: pisheva_galina@mail.ru.
Plaksina Tatyana Viktorovna, Cand. Agr. Sci., Leading Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul, Russian Federation, e-mail: tplaksina@mail.ru.

Введение

Производство фруктов и ягод занимает одну из ключевых позиций в структуре сельского хозяйства. Несмотря на повышение урожайности и расширение площадей под плодовыми и ягодными культурами в Российской Федерации отмечается недостаток производства товарной ягодной продукции. В большей степени это связано с неразвитостью товарного производства высококачественного посадочного материала этих культур [1].

Одним из путей увеличения объемов производства плодов и ягод является внедрение малораспространенных в нашей стране ягодных культур, таких как ежевика и малино-ежевичные гибриды (МЕГ) [2].

Применение технологий *in vitro* позволяет своевременно размножить, оздоровить ценные экземпляры, осуществлять безопасный обмен и производить высококачественный посадочный материал, отвечающий требованиям ГОСТ Р 54051-2025 [3].

Исследования в области клонального микроразмножения ежевики ведутся более полувека, разработаны протоколы и рекомендации. Однако из-за сложности генетического происхождения современных сортов требуется совершенствование отдельных этапов или всей технологии в целом [4]. МЕГ являются малораспространенной, но перспективной культурой для селекции и клонального микроразмножения в целом. Усовершенствование отдельных этапов клонального микроразмножения позволяет сократить время и ресурсы на получение стандартного посадочного материала.

Традиционно в технологии клонального микроразмножения ягодных культур присутствует стадия ризогенеза *in vitro* с последующей адаптацией *ex vitro*. Корни, образованные *in vitro*, зачастую отличаются отсутствием корневых волосков и корней второго порядка, тем самым уменьшается поглотительная способность растения [5]. Укоренение непосредственно *ex vitro* позволяет получать одновременно адаптированные растения с корневой системой без характерных для ризогенеза *in vitro* особенностей. Согласно литературным данным эффективность симультанного ризогенеза и адаптации для еже-

вики (сорта Natchez, Heaven Can Wait, Black Magic, Osage) составляла 87-97% [6].

Цель исследований – оценить особенности ризогенеза в условиях *in vitro* и *ex vitro* у сортов ежевики и малино-ежевичных гибридов.

В **задачи** исследований:

– провести оценку способности сортов ежевики и МЕГ к ризогенезу на питательных средах различного состава в условиях *in vitro*;

– оценить последействия индукции ризогенеза *in vitro* и морфометрические показатели роста растений при адаптации *ex vitro* с одновременной обработкой стимуляторами ризогенеза;

– выделить оптимальный способ индуцирования ризогенеза.

Объекты и методы

Работу проводили на протяжении 2024-2025 гг. в лаборатории биотехнологии и цитологии отдела «Научно-исследовательский институт садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко» ФГБНУ ФАНЦА по общепринятым методикам [7, 8].

Объекты исследований: сорта ежевики: Bestberry, Black Diamond, Black Satin, Brzezina, Chester, Heaven can wait, Loch-Tay, Natchez, Ouachita, Von; сорта МЕГ: Boysenberry, Tayberry Buckingham и Tayberry Medana.

Индукцию ризогенеза проводили двумя способами – *in vitro* (в питательной среде) и *ex vitro* (непосредственно в субстрате). В качестве минеральной основы питательной среды *in vitro* применяли среды Мурасиге и Скуга (MS) [9] и Драйвера и Куниюки (DKW) [10] в нашей модификации [8], с половинной концентрацией компонентов, кроме хелата железа и бактериологического агара (0,7%). В питательные среды вводили индолил-3-масляную кислоту (ИМК) в концентрации 1 и 2 мкМ и вариант без добавления ИМК.

В способе *ex vitro* микрочеренки высаживали в стерилизованный в автоклаве (при 2 атм., 1 ч) субстрат (песок с вермикулитом 3:1 по объему), предварительно смоченный раствором комплексного удобрения «Фертика» для плодово-ягодных культур, в концентрации согласно инструкции. При высадке микрочеренков испытывали три варианта индукции ризогенеза: без обработки, опудривание основания черенка препаратом «Корневин» и импульсное погружение основания черенка в раствор ИМК 300 мг/л. Высаженные черенки накрывали прозрачными колпаками для поддержания 100%-ной влажности.

В качестве источника света использовали белые светодиодные лампы (Jazzway 6500К).

Схема опыта: 3 экспланта на повторность, 5 повторностей на вариант. Источником эксплантов служила стабильная длительно поддерживаемая культура ежевики и МЕГ *in vitro*. Микрочеренки длиной 15-25 мм. Период индукции ризогенеза 21 день в обоих способах. После 21-го дня микрорастения из *in vitro* высаживали на адаптацию *ex vitro* в субстрат, описанный выше, и с этого момента производили отсчет периода адаптации 30 дней. В варианте укоренения и адаптации *ex vitro* индукция ризогенеза в субстрате проходила 21 день, далее производили отсчёт периода адаптации 30 дней.

Элементы учета при ризогенезе *in vitro*: количество корней (шт.), наличие корней (%); степень развития каллуса (0 баллов – нет каллуса, 1 балл – менее 5 мм, 2 балла – 5-10 мм, 3 балла – более 10 мм). Учёт проводили на 14-й и 21-й день. При ризогенезе *ex vitro* на 21-й день проводили учёт выживших растений (%) и тест на укоренение путем легкого вытягивания растения из субстрата (%). После периода адаптации 30 дней во всех вариантах проводили учет длины побега (мм) и количества листьев на растении (шт.).

Статистическую обработку данных проводили по общепринятым методикам [11].

Результаты исследований и их обсуждение

Установлено, что присутствие ауксина в питательной среде негативно влияло на долю растений, образовавших корни, независимо от минерального состава питательной среды, приводя к двукратному падению этого показателя после 14 дней культивирования. Хотя и этот разрыв сократился за счет достоверного увеличения доли укоренившихся растений после 21-го дня культивирования, и всё же на вариантах сред с добавлением ауксина отмечалось угнетение ризогенеза, а также способствовало развитию базального каллуса у большинства изученных сортов ежевики и МЕГ (табл. 1). Это позволяет предположить, что изученные генотипы имеют высокий уровень синтеза эндогенных ауксинов, и включение экзогенных ауксинов в питательную среду оказывает ингибирующее воздействие на ризогенез.

Таблица 1

Влияние состава питательной среды на ризогенез ежевики и МЕГ

Среда	Количество корней, шт.		Доля укоренившихся эксплантов, %		Степень развития калуса, балл	
	14 дней	21 день	14 дней	21 день	14 дней	21 день
1/2 MS (контроль)	2,0	2,9	66	81	0,0	0,0
1/2 MS 1 мкМ ИМК	1,0	1,8	37	61	0,6	0,7
1/2 MS 2 мкМ ИМК	0,6	1,4	28	54	0,6	0,9
1/2 DKW (контроль)	1,9	2,9	70	82	0,0	0,0
1/2 DKW 1 мкМ ИМК	0,9	1,7	35	58	0,5	0,6
1/2 DKW 2 мкМ ИМК	0,8	1,5	32	58	0,6	0,7
$НСР_{05}$	0,3	0,3	17	17	0,2	0,2

Получены статистически достоверные различия по интенсивности процесса ризогенеза между сортами ежевики и МЕГ. По количеству корней среди сортов ежевики значение варьировало от 1,6 шт/экспант у сорта Loch-Tay до 5 шт/экспант у сорта Von, среди сортов МЕГ этот показатель варьировал от 0,5 шт/экспант у сорта Tayberry Buckingham до 1,5 шт/экспант у сорта Boysenberry. В целом можно сказать, что сорта ежевики проявили большую интенсивность ризогенеза в условиях *in vitro*, чем сорта МЕГ.

Анализ данных по ризогенезу *in vitro* показал, что лучшими оказались варианты без добавления ауксина независимо от минеральной основы среды.

В эксперименте по ризогенезу *ex vitro* отмечена высокая жизнеспособность растений (от 93 до 100%), а также высокий уровень укоренения (100%). Гибель единичных растений отмечена только в варианте с обработкой препаратом «Корневин», в котором также наблюдали подавление роста побегов в длину и образования новых листьев. Установлено, что из трех вариантов обработки микрочеренков худшим являлось опудривание препаратом «Корневин», что достоверно подтверждено статистической обработкой данных (табл. 2).

Таблица 2

Морфометрические показатели растений при различных способах индукции ризогенеза после адаптации ex vitro (30 дней)

Способ инициации ризогенеза		Длина побега, мм	Количество листьев, шт.
In vitro	1/2 MS (контроль)	34,5	8,0
	1/2 MS 1 мкМ ИМК	33,1	8,0
	1/2 MS 2 мкМ ИМК	30,1	7,8
	1/2 DKW (контроль)	34,8	8,4
	1/2 DKW 1 мкМ ИМК	32,3	7,8
	1/2 DKW 2 мкМ ИМК	29,3	7,5
Ex vitro	Без обработки	55,7	8,6
	Препарат «Корневин»	51,0	8,3
	Раствор ИМК 300 мг/л	58,1	8,7
$НСР_{05}$		2,6	0,3

Также на варианте с обработкой препаратом «Корневин» отмечено образование корней выше уровня грунта, что говорит об избыточной концентрации ауксина в месте контакта препарата с базальной частью микрочеренка. Анализ данных, полученных на заключительном этапе адаптации, показал, что варианты с ризогенезом *ex vitro* значительно превосходили по морфометрическим показателям роста растения-регенеранты с вариантов ризогенеза *in vitro*. Средняя высота растений в вариантах с ризогенезом *in vitro* варьировала от 29,3 до 34,8 мм, а с ризогенезом *ex vitro* – 51,0-58,1 мм (превышение максимальных значений в 1,7 раза). Этот факт указывает на последействие длительного пребывания микрочеренков на питательной среде на стадии ризогенеза. Возможно, это связано с высоким осмотическим потенциалом питательной среды и уровнем эндогенных регуляторов роста. При этом питательная среда не

оказывала негативного последействия на функционирование апикальной меристемы, что выражается в близких значениях среднего количества листьев на растении на разных вариантах – 7,5-8,4 шт. при ризогенезе *in vitro* и 8,3-8,7 шт. при ризогенезе *ex vitro*. Статистически достоверно подтверждено угнетение активности апикальной меристемы в вариантах с последействием питательной среды ½ DKW с добавлением ИМК.

Анализ данных с точки зрения соответствия требованиям ГОСТ Р 54051–2025 для растений после этапа адаптации показывает, что по количеству листьев растения во всех вариантах опытов значительно превосходили требование ГОСТ (не менее 5 листьев на растение). ГОСТу по высоте (не менее 50 мм) соответствовали растения от 2 до 9%, укоренявшиеся *in vitro*. У растений, находившихся на симультантной (совместной) адаптации и ризогенезе, этот показатель составил 48-58%, что показывает преимущество ризогенеза *ex vitro* для изученных сортов.

Среди способов индукции ризогенеза *ex vitro* предпочтение следует отдать способу без обработок экзогенными ауксинами, считая его оптимальным.

Сортовая специфичность ежевики и МЕГ в варианте, признанном оптимальным, проявилась в различной длине побега и количестве листьев (табл. 3).

Таблица 3

Параметры роста растений ежевики и МЕГ в конце периода адаптации ex vitro на варианте без обработки

Сорт	Длина побега, мм	Количество листьев, шт.
Ежевика		
Bestberry	61	7,3
Black Diamond	41	7,8
Black Satin	57	9,7
Brzezina	58	9,1
Chester	34	9,3
Loch-Tay	37	9,0
Haeven can wait	29	7,9
Natchez	75	8,3
Ouachita	45	8,9
Von	57	10,1
Малино-ежевичные гибриды		
Boysenberry	85	7,4
Tayberry Buckingham	51	10,7
Tayberry Medana	93	6,5
$НСР_{05}$	10	1,4

Сорта Tayberry Medana и Boysenberry выделились наибольшим, Haeven can wait и Chester наименьшим удлинением побега. По числу листьев на побеге лидировали сорта Tayberry Buckingham и Von. Меньше всего листьев на побег образовали сорта Tayberry Medana и Bestberry.

Выводы

1. Изученные сорта ежевики и МЕГ проявили сортовую специфичность на этапе ризогенеза *in vitro.* Наибольшее количество корней образовал сорт Von (5 шт/эксплант) и наименьшее – сорт Tayberry Buckingham (0,5 шт/эксплант). Для стимуляции ризогенеза не рекомендуется использовать экзогенный ауксин ИМК, независимо от минерального состава среды (MS или DKW).

2. Установлено, что сорта ежевики и МЕГ показывают сортовую специфичность по морфометрическим показателям роста растений на этапе ризогенеза *ex vitro* без обработки ауксином, совмещенного с адаптацией *ex vitro*. Наибольшую длину побега имел сорт Tayberry Medana (93 мм), а наибольшее количество листьев – сорт Tayberry Buckingham (10,7 шт.).

3. Установлено, что оптимальным способом индукции ризогенеза для ежевики и МЕГ является симультанная адаптация и ризогенез непосредственно в субстрате без обработки ауксином. Превышение максимальных значений длины побегов составило 1,7 раза.

Библиографический список

1. Кузичева, Н. Ю. Стратегические проблемы развития садоводства России / Н. Ю. Кузичева. – Текст: непосредственный // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 72, № 1. – С. 142-146.

2. Евдокименко, С. Н. Оценка сортов ежевики и малино-ежевичных гибридов в условиях Брянской области / С. Н. Евдокименко. – Текст: непосредственный // Садоводство и виноградарство. – 2015. – № 4. – С. 20-23.

3. ГОСТ Р 54051-2025. Плодовые и ягодные культуры. Стерильные культуры и адаптированные микрорастения. – Москва, 2025. – 20 с. – Текст: непосредственный.

4. Valdivia Rojas, G., Aguirre-Mancilla, C.L., Ramírez-Pimentel, J., et al. (2025). Innovative Protocols for Blackberry Propagation: In Vitro Cultivation in Temporary Immersion Systems with Ex Vitro Acclimatization. *Agriculture*. 15. https://doi.org/10.3390/agriculture15141505.

5. Pardi, R., Basile, G. N., De Mastro, et al. (2025). Efficient Micropropagation by Ex Vitro Rooting of Myrtus communis L. *Horticulturae*, 11(2), 207. https://doi.org/10.3390/horticulturae11020207.

6. Malakhova, N., Tezekbayeva, B., Kiyan, V., Yefremova, Y. (2025). Enhancing In Vitro Multiplication and Acclimatization of Blackberry (Rubus L.) Through Sterilization Optimizing and Growth Regulator Use. *Horticulturae*, 11(12), 1422. https://doi.org/10.3390/horticulturae11121422.

7. Соловых, Н. В. Использование биотехнологических методов в работе с ягодными культурами: методические рекомендации / Н. В. Соловых. – Мичуринск: Изд-во Мичуринского госагроуниверситета, ВНИИГиСПР им. И. В. Мичурина, 2009. – 47 с. – Текст: непосредственный.

8. Плаксина, Т. В. Микроклональное размножение сортов малины обычного и ремонтантного типа: методические рекомендации / Т. В. Плаксина, Д. А. Гусев. – Барнаул, 2023. – 27 с. – Текст: непосредственный.

9. Murashige, T., Skoog, F. (2006). A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*. 15. 473-497. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.

10. Driver, J., Kuniyuki, A. (1984). In Vitro Propagation of Paradox Walnut Rootstock. *HortScience*. 19. 507-509. DOI: 10.21273/HORTSCI.19.4.507.

11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Колос, 1986. – 502 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Kuzicheva N.Yu. Strategicheskie problemy razvitiya sadovodstva Rossii // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – T. 72. – No. 1. – S. 142–146.

2. Evdokimenko S.N. Otsenka sortov ezheviki i malino-ezhevichnykh gibridov v usloviyakh Bryanskoy oblasti // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 2015. – No. 4. – S. 20-23.

3. GOST R 54051–2025. Plodovye i yagodnye kultury. Sterilnye kultury i adaptirovannye mikrorasteniya.

4. Valdivia Rojas, G., Aguirre-Mancilla, C.L., Ramírez-Pimentel, J., et al. (2025). Innovative Protocols for Blackberry Propagation: In Vitro Cultivation in Temporary Immersion Systems with Ex Vitro Acclimatization. *Agriculture*. 15. https://doi.org/10.3390/agriculture15141505.

5. Pardi, R., Basile, G. N., De Mastro, et al. (2025). Efficient Micropropagation by Ex Vitro Rooting of Myrtus communis L. *Horticulturae*, 11(2), 207. https://doi.org/10.3390/horticulturae11020207.

6. Malakhova, N., Tezekbayeva, B., Kiyan, V., Yefremova, Y. (2025). Enhancing In Vitro Multiplication and Acclimatization of Blackberry (Rubus L.) Through Sterilization Optimizing and Growth Regulator Use. *Horticulturae*, 11(12), 1422. https://doi.org/10.3390/horticulturae11121422.

7. Solovykh N.V. Ispolzovanie biotekhnologicheskikh metodov v rabote s yagodnymi kulturami: metodicheskie rekomendatsii. – Michurinsk: Izd-vo Michurinskogo GAU, VNIIGiSPR im. I.V. Michurina, 2009. – 47 s.

8. Plaksina T.V., Gusev D.A. Mikroklonalnoe razmnozhenie sortov maliny obychnogo i remontantnogo tipa: metodicheskie rekomendatsii. – Barnaul, 2023. – 27 s.

9. Murashige, T., Skoog, F. (2006). A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*. 15. 473-497. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.

10. Driver, J., Kuniyuki, A. (1984). In Vitro Propagation of Paradox Walnut Rootstock. *HortScience*. 19. 507-509. DOI: 10.21273/HORTSCI.19.4.507.

11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – Moskva: Kolos, 1986. – 502 s.