

Тимур Солтанович Айсанов^{1✉}, Мария Владимировна Селиванова²,

Юрий Васильевич Горяников³

^{1,2,3}Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

¹aysanov_timur@mail.ru

²seliwanowa86@mail.ru

³yury.goryanikov@yandex.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АДАПТАЦИИ СОРТОВ ЕЖЕВИКИ НА ЭТАПЕ *EX VITRO* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПОВ СУБСТРАТА

Цель исследований – определение эффективности субстратов на этапе адаптации микро-растений сортов ежевики при выращивании безвирусного посадочного материала с применением технологии микроклонального размножения. Задачи: определить влияние типов субстрата на активность корнеобразования сортов ежевики (среднее количество и длину корешков), а также на развитие высоты растений и прирост вегетативной массы. Объект исследований – растения-регенеранты ежевики. Исследования проводились в условиях Научно-производственного центра питомниководства плодово-ягодных культур в 2024–2025 гг. Микрорастения из лабораторных асептических условий пересаживались на различные питательные субстраты в кассеты по 90 ячеек и объемом каждой ячейки 50 мл. Адаптация микрорастений проводилась в течение 28 дней. По завершении адаптации проводились учеты биометрических и морфометрических параметров растений. Опыт двухфакторный: фактор А – 6 вариантов питательных сред, основой которых является торф; фактор В – сорта ежевики. Повторность опыта четырехкратная. За вариант опыта были приняты 3 кассеты по 90 ячеек. Согласно полученным данным, наиболее активное образование корешков у растений-регенерантов в период адаптации отмечалось на варианте с субстратом «торф + перлит + вермикулит + лузга подсолнечника», где среднее количество корешков превышало показатели контроля и остальных вариантов на 2,8–13,4 шт. При этом максимальная длина образовавшихся корешков в среднем по сортам ежевики отмечалась при использовании субстрата «торф + диатомит + рисовая шелуха», показатель которого превысил результаты остальных вариантов на 2–26 мм. Учет развития надземной массы и общей вегетативной массы показал, что наибольшая высота микрорастений и наибольшая вегетативная масса микрорастений в среднем по сортам ежевики отмечалась на фоне варианта с применением субстрата «торф + цеолит + вермикулит», показатели которого значительно превосходили результаты остальных вариантов опыта.

Ключевые слова: микроклональное размножение, ежевика, *ex vitro*, субстрат, биотехнология, сорт ежевики

Для цитирования: Айсанов Т.С., Селиванова М.В., Горяников Ю.В. Эффективность адаптации сортов ежевики на этапе *ex vitro* в зависимости от типов субстрата // Вестник КрасГАУ. 2025. № 12. С. 23–31. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-12-23-31.

Финансирование: финансирование осуществлялось в рамках выполнения соглашения о предоставлении субсидии федеральному бюджетному или автономному учреждению на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) № 082-03-2025-216 от 23.01.2025.

Timur Soltanovich Aisanov^{1✉}, Maria Vladimirovna Selivanova², Yuri Vasilyevich Goryanikov³

^{1,2,3}Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

¹aysanov_timur@mail.ru

²seliwanowa86@mail.ru

³yury.goryanikov@yandex.ru

ADAPTATION EFFICIENCY OF BLACKBERRY VARIETIES AT THE EX VITRO STAGE DEPENDING ON SUBSTRATE TYPES

The aim of the study is to determine the effectiveness of substrates at the adaptation stage of blackberry variety microplants when growing virus-free planting material using micropropagation technology. Objectives: to determine the effect of substrate types on the rooting activity of blackberry varieties (average number and length of roots), as well as on the development of plant height and the increase in vegetative mass. The object of the study was regenerated blackberry plants. The studies were conducted at the Scientific and Production Center for Fruit and Berry Crops Nursery in 2024–2025. Microplants were transplanted from laboratory aseptic conditions to various nutrient substrates in cassettes with 90 cells and a volume of 50 ml each. Adaptation of the microplants was carried out for 28 days. Upon completion of the adaptation, biometric and morphometric parameters of the plants were recorded. The experiment was two-factorial: factor A – 6 variants of peat-based nutrient media; factor B – blackberry varieties. The experiment was repeated four times. Three cassettes with 90 cells each were used as the experimental variant. According to the data obtained, the most active root formation in regenerated plants during the adaptation period was observed in the variant with the "peat + perlite + vermiculite + sunflower husk" substrate, where the average number of roots exceeded the control and other variants by 2.8–13.4. Moreover, the maximum length of formed roots, on average, across blackberry varieties, was observed with the "peat + diatomaceous earth + rice husk" substrate, which exceeded the results of the other variants by 2–26 mm. Accounting for the development of aboveground mass and total vegetative mass revealed that the greatest height of microplants and the greatest vegetative mass of microplants, on average, across blackberry varieties, were observed with the "peat + zeolite + vermiculite" substrate, the results of which significantly exceeded the results of the other experimental variants.

Keywords: micropropagation, blackberry, ex vitro, substrate, biotechnology, blackberry variety

For citation: Aisanov TS, Selivanova MV, Goryanikov YuV. Adaptation efficiency of blackberry varieties at the ex vitro stage depending on substrate types. *Bulletin of KSAU*. 2025;(12):23-31. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-12-23-31.

Funding: funding was carried out within the framework of the implementation of the agreement on the provision of a subsidy to a federal budgetary or autonomous institution for financial support for the accomplishment of a state assignment for rendering public services (performance of work) N 082-03-2025-216 dated 01.23.2025.

Введение. Микрклональное размножение является одним из наиболее эффективных вегетативных способов размножения плодовых и ягодных культур, позволяющих в кратчайшие сроки вырастить большой объем качественных безвирусных саженцев [1]. Отсутствие заражения вирусными и микроплазменными инфекциями является сегодня важным фактором, позволяющим с уверенностью закладывать новые насаждения, не опасаясь значительных выпадов при проявлении данных инфекций [2, 3]. Основной ягодной культурой в России является земляника, однако в последние годы значительно возрос спрос у потребителей на другие

сезонные ягоды [4, 5]. Как показал анализ рынка, за последние 5 лет спрос на ягоды ежевики увеличился более чем на 30 % по отношению к предыдущему периоду, что рождает необходимость расширения площади данной культуры, а для этого нужно удовлетворить спрос качественными саженцами [6–8]. Решением данной задачи является применение технологии микрклонального размножения, однако в данной технологии, как показывает опыт, ежевика предъявляет особые требования к качеству субстратов, применяемых на этапе адаптации микрорастений [9]. При использовании традиционного торфяного субстрата, чаще всего ис-

пользуемого на этапе *ex vitro*, отмечается значительный выпад микрорастений [10]. Наряду с этим большое значение имеет выбор сорта для выращивания. В настоящее время среди внесенных в Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации, присутствуют как отечественные, так и иностранные сорта, прошедшие все необходимые процедуры сортоизучения и сортоиспытания [11]. При этом выбор сорта часто оказывает решающее влияние на спрос со стороны потребителей. В то же время, как и у большинства плодово-ягодных культур, у сортов ежевики отмечаются значительные сортовые особенности при выращивании как посадочного материала, так и товарного урожая [12]. В этой связи определение наиболее эффективного типа субстрата, отличающегося низкой себестоимостью и высокой эффективностью при выращивании различных сортов ежевики по технологии микроклонального размножения на этапе *ex vitro*, имеет большое научное и практическое значение [13].

Цель исследования – определить эффективность различных субстратов на этапе адаптации микрорастений сортов ежевики при выращивании безвирусного посадочного материала с применением технологии микроклонального размножения.

Задачи: определить влияние типов субстрата на активность корнеобразования сортов ежевики (среднее количество и длину корешков), а также на развитие высоты растений и прирост вегетативной массы.

Объекты и методы. Исследования по представленной теме проводились в условиях Научно-производственного центра питомниководства плодово-ягодных культур Ставропольского государственного аграрного университета в 2024–2025 гг.

Объектом исследований являлись растения-регенеранты ежевики. Для адаптации отбирали однородные микрорастения с высотой розетки в среднем 30–35 мм. Растения-регенеранты после этапа *in vitro* высаживали в кассеты, с ячейками объемом по 50 мл, заполненные субстратом. Процесс адаптации микрорастений ежевики был проведен на накрытых полиэтиленовой пленкой стеллажах в условиях теплиц.

Параметры микроклимата теплиц при адаптации растений: температурный режим (23 ± 2) °C, влажность воздуха 60–70 %. Высаженные расте-

ния регулярно поливали. Продолжительность периода адаптации микрорастений составила 28 дней.

Опыт двухфакторный: фактор А – различные виды субстратов, фактор В – сорта ежевики.

Согласно разработанной схеме опыта на этапе адаптации изучалась эффективность следующих субстратов: 1 – торф (контроль); 2 – торф (50 %) + перлит (20 %) + цеолит (10 %) + рисовая шелуха (20 %); 3 – торф (60 %) + диатомит (25 %) + рисовая шелуха (15 %); 4 – торф (40 %) + перлит (20 %) + вермикулит (30 %) + лузга подсолнечника (10 %); 5 – торф (70 %) + цеолит (20 %) + вермикулит (10 %); 6 – торф (50 %) + лузга подсолнечника (50 %).

На приведенных типах субстратов производилась адаптация сортов ежевики: Агатовая, принятого за контроль; Миднайт и Натчез.

Повторность опыта – 4-кратная. В качестве варианта опыта были приняты 3 кассеты по 90 ячеек. Адаптацию микрорастений проводили в условиях обогреваемой остекленной теплицы. Учеты морфометрических и биометрических параметров анализируемых растений проводили на 28-е сут после перевода микрорастений на этап *ex vitro*. В соответствии с разработанной методикой опыта к концу периода адаптации проводили учеты морфометрических показателей корневой системы и надземной части. Оценка качества посадочного материала была проведена по ГОСТ Р 53135-2008. Результаты исследований статистически были обработаны с помощью использования программы MS Excel.

Результаты и их обсуждение. Адаптация микрорастений является вторым этапом выращивания посадочного материала в технологии микроклонального размножения. Для хорошего и качественного прохождения адаптации и формирования высококачественных саженцев необходимо, чтобы субстрат удовлетворял основные потребности растений: создавал благоприятные условия воздухо- и водопроницаемости, способствовал улучшению структуры почвы и поддерживал стабильный уровень реакции раствора субстрата.

При выращивании посадочного материала ежевики большинство размножаемых сортов предъявляют различные требования к параметрам субстрата и по-разному реагируют на различные грунты. В большинстве случаев на этапе адаптации применяется торфяной субстрат либо используются сборные многокомпонент-

ные субстраты. Однако у монокомпонентных субстратов имеется ряд недостатков, которые значительно влияют на эффективность адаптации микрорастений и их биометрические параметры.

С целью повышения эффективности процесса адаптации микрорастений сортов ежевики была проведена сравнительная оценка различ-

ных субстратов на основе традиционного торфяного с добавлением различных органических и минеральных компонентов.

Согласно полученным данным, введение рассматриваемых компонентов в состав традиционных торфяных субстратов способствовало повышению эффективности процесса размножения саженцев (табл. 1).

Таблица 1

Среднее количество корешков у сортов ежевики в зависимости от типа субстрата, шт.
Average number of roots for blackberry varieties depending on substrate type, pcs.

Субстрат, А	Сорт, В			А, НСР ₀₅ =2,5
	Агатова (контроль)	Миднайт	Натчез	
Торф (контроль)	5,2	5,9	4,7	5,3
Торф (50 %) + перлит (20 %) + цеолит (10 %) + рисовая шелуха (20 %)	4,9	5,4	4,4	4,9
Торф (60 %) + диатомит (25 %) + рисовая шелуха (15 %)	12,9	13,8	12,3	13,0
Торф (40 %) + перлит (20 %) + вермикулит (30 %) + лузга подсолнечника (10 %)	15,7	16,8	15,0	15,8
Торф (70 %) + цеолит (20 %) + вермикулит (10 %)	10,2	11,0	9,7	10,3
Торф (50 %) + лузга подсолнечника (50 %)	2,3	2,8	2,0	2,4
В, НСР ₀₅ =0,4	8,5	9,3	8,0	НСР ₀₅ =3,2 Sx=4,2 %

Математическая обработка полученных результатов показала, что изучаемые в опыте варианты субстратов оказывали значительное влияние на эффективность адаптации микрорастений сортов ежевики. В среднем по рассматриваемым сортам наибольшее среднее число корешков в опыте формировалось на варианте с использованием четырехкомпонентного состава субстрата, содержащего торф, перлит, вермикулит и лузгу подсолнечника. На данном варианте отмечалось наиболее активное корнеобразование, и среднее количество корешков на саженец к концу периода адаптации существенно превышало показатели как контрольного торфяного субстрата (на 10,5 шт.), так и остальных анализируемых субстратов (на 2,8–13,4 шт.). Полученная результативность отмеченного варианта обусловлена комплексным составом данного субстрата, компоненты которого создают благоприятные условия для развития микрорастений, позволяя им эффективно переносить адаптационный период после переноса из изолированной среды лаборатории на этап *ex vitro*.

Наряду с данным вариантом достаточно высокую эффективность показало применение субстрата с более высокой долей торфа (60 %) и добавлением диатомита и рисовой шелухи. В данном субстрате наряду с достаточно высокой насыщенностью естественными элементами питания, содержащимися в торфе, добавление диатомита способствует улучшению структуры субстрата, насыщению его кремнием и повышает влагоудерживающую способность.

Наряду с лучшими вариантами необходимо отметить и субстраты с самой низкой корнеобразовательной способностью. Из рассматриваемых в опыте вариантов наименьшее среднее число корешков у микрорастений на этапе укоренения отмечалось у вариантов «торф + перлит + цеолит + рисовая шелуха», а также «торф + лузга подсолнечника». Полученные результаты показали, что наименьшее среднее количество корешков у микрорастений в среднем по размножаемым сортам отмечалось при адаптации в равнокомпонентном субстрате «торф + лузга подсолнечника», показатель ко-

торого был достоверно ниже, чем на контрольном, – на 2,9 шт.

На интенсивность корнеобразования также оказывали влияние сортовые особенности ежевики. Наибольшее среднее количество корешков микрорастений в среднем по типам субстратов в опыте отмечалось у сорта Миднайт, существенно превосходящего показатели контрольного сорта Агатова (на 0,8 шт.), и второго сравниваемого сорта – на 1,3 шт.

В то же время учет длины образовавшихся в опыте корешков показал несколько иную картину. Самая высокая длина корешков в опыте от-

мечалась на вариантах с применением 3-компонентного субстрата «торф + диатомит + рисовая шелуха», а также варианта «торф + перлит + цеолит + рисовая шелуха», результаты которых находились практически на одном уровне. Данные варианты достоверно превысили результаты контрольного варианта на 16–18 мм. В то же время необходимо отметить, что оба варианта с добавлением лузги подсолнечника показали крайне низкую корнеобразовательную способность, это негативно характеризует данный продукт в качестве компонента субстрата (табл. 2).

Таблица 2

Средняя длина корешков у сортов ежевики в зависимости от типа субстрата, мм
Average root length for blackberry varieties depending on substrate type, mm

Субстрат, А	Сорт, В			А, НСР ₀₅ =10
	Агатова (контроль)	Миднайт	Натчез	
Торф (контроль)	37	44	31	37
Торф (50 %) + перлит (20 %) + цеолит (10 %) + рисовая шелуха (20 %)	52	61	45	53
Торф (60 %) + диатомит (25 %) + рисовая шелуха (15 %)	54	62	48	55
Торф (40 %) + перлит (20 %) + вермикулит (30 %) + лузга подсолнечника (10 %)	38	48	35	40
Торф (70 %) + цеолит (20 %) + вермикулит (10 %)	31	41	27	33
Торф (50 %) + лузга подсолнечника (50 %)	27	38	21	29
В, НСР ₀₅ =5	40	49	35	НСР ₀₅ =16 Sx=4,1 %

Анализ сортовой отзывчивости по изучаемым показателям свидетельствует, что у укореняемых микрорастений ежевики наибольшая длина корешков в среднем по всем типам субстрата опыта была получена у сорта Миднайт, существенно превысив данные других сортов на 9–14 мм.

Учет высоты микрорастений спустя 28 дней после начала процесса адаптации показал, что все рассматриваемые варианты уступали показателю контрольного варианта на 2–57 мм. При этом следует отметить, что, несущественно уступая контрольному варианту, из анализируемых типов субстрата наибольшая высота микрорастений в среднем по опыту отмечалась на варианте «торф + цеолит + вермикулит». Как известно, вермикулит относится к минералам из категории гидрослюды и способен удерживать положительно заряженные ионы калия, магния и других питательных элементов за счет высокой ионообменной способности. Свойства вермику-

лита как адсорбента способствуют снабжению растений необходимыми элементами, улучшая условия минерального питания (табл. 3).

Из анализируемых сортов ежевики наибольшую силу роста растений на этапе адаптации показал Миднайт, результат которого в среднем по опыту достоверно превзошел показатели остальных сортов на 6–10 мм. Сравнительный анализ показателей остальных двух сортов математически обоснованной разницы не выявил.

На основании полученных результатов необходимо отметить вариант с самым низким потенциалом продуктивности в части развития микрорастений на этапе адаптации. В среднем по размножаемым сортам наименьшая высота растений в опыте отмечалась при использовании смеси субстратов «торф + перлит + цеолит + рисовая шелуха», показатель которой достоверно уступал результатам контроля и остальных сочетаний субстратов на 44–57 мм.

Таблица 3

Средняя высота микрорастений у сортов ежевики в зависимости от типа субстрата, мм
Average microplant height for blackberry varieties depending on substrate type, mm

Субстрат, А	Сорт, В			А, НСР ₀₅ =9
	Агатова (контроль)	Миднайт	Натчез	
Торф (контроль)	91	95	89	92
Торф (50 %) + перлит (20 %) + цеолит (10 %) + рисовая шелуха (20 %)	34	40	32	35
Торф (60 %) + диатомит (25 %) + рисовая шелуха (15 %)	85	91	81	86
Торф (40 %) + перлит (20 %) + вермикулит (30 %) + лузга подсолнечника (10 %)	82	90	77	83
Торф (70 %) + цеолит (20 %) + вермикулит (10 %)	89	96	84	90
Торф (50 %) + лузга подсолнечника (50 %)	78	86	73	79
В, НСР ₀₅ =5	77	83	73	НСР ₀₅ =15 Sx=4,1 %

Совокупным показателем, позволяющим сделать обобщающий вывод по эффективности изучаемых типов субстрата, является учет вегетативной массы микрорастений к концу периода адаптации. Данный показатель позволяет сделать итоговый вывод на основании учета всех частей микрорастений. Согласно полученным данным, наиболее высокая вегетативная масса растений в опыте была отмечена при применении торфа в сочетании с вермикулитом и цеолитом. Данные компоненты, благодаря своему природному происхождению, естественным образом улучшали структуру образованного субстрата, а также способствовали мобилизации

элементов питания из торфа и повышали их доступность для микрорастений.

Благодаря этому, на варианте «торф + цеолит + вермикулит» была наиболее высокая вегетативная масса микрорастений, превысившая результаты остальных типов субстрата в среднем по опыту на 11–65 мг. Из рассматриваемых сортов ежевики, согласно полученным данным, в среднем по анализируемым данным наибольшая масса вегетативных частей микрорастений была отмечена у сорта Миднайт, показатель которого был достоверно выше результатов контрольного сорта на 12 мг, и сорта Натчез – на 19 мг (табл. 4).

Таблица 4

Учет вегетативной массы микрорастений у сортов ежевики
в зависимости от типа субстрата, мг
Increase in vegetative mass of micro plants in blackberry varieties
depending on the type of substrate, mg

Субстрат, А	Сорт, В			А, НСР ₀₅ =18
	Агатова (контроль)	Миднайт	Натчез	
Торф (контроль)	246	258	240	248
Торф (50 %) + перлит (20 %) + цеолит (10 %) + рисовая шелуха (20 %)	204	215	197	205
Торф (60 %) + диатомит (25 %) + рисовая шелуха (15 %)	251	264	242	252
Торф (40 %) + перлит (20 %) + вермикулит (30 %) + лузга подсолнечника (10 %)	258	269	251	259
Торф (70 %) + цеолит (20 %) + вермикулит (10 %)	268	281	262	270
Торф (50 %) + лузга подсолнечника (50 %)	229	241	222	231
В, НСР ₀₅ =6	243	255	236	НСР ₀₅ =26 Sx=4,2 %

Согласно оценке полученных результатов, максимальная вегетативная масса микрорастений ежевики среди изучаемых вариантов эксперимента была зафиксирована у сорта Миднайт при адаптации на комплексном субстрате «торф + цеолит + вермикулит» – 281 мг, данное значение существенно превысило другие варианты опыта на 13–84 мг. При этом минимальная вегетативная масса микрорастений в исследованиях была зарегистрирована у сорта Натчез при адаптации на субстрате, состоящем из органических и минеральных компонентов (торф + перлит + цеолит + рисовая шелуха), показатель которого был ниже остальных представленных субстратов на 7–84 мг.

Заключение. Наряду с применяемым сегодня чаще всего торфяным субстратом все большее распространение принимают субстраты с сочетанием нескольких компонентов. Их преимуществом перед монокомпонентными субстратами является более сбалансированный состав, позволяющий повысить эффективность адаптации микрорастений при переводе их из асептических условий на этап *ex vitro*. Проведенными исследованиями было установлено, что при выращивании оздоровленного посадочного материала сортов ежевики методом микроклонального размножения изучаемые типы субстратов на этапе *ex vitro* оказывали различное влияние на развитие микрорастений. Учитывая полученные данные, в среднем по сортам ежевики наибольшее число корешков, сформированных у растений, было при выращивании на 4-компонентном субстрате «торф + перлит + вермикулит + лузга подсолнечника», показатель которого был существенно больше значений остальных субстратов на 2,8–13,4 шт. Это было дос-

тигнуто благодаря свойствам применяемых здесь компонентов. Перлит в составе данного субстрата обеспечил лучшее влагоудерживающее свойство субстрата, а вермикулит как адсорбент способствовал снабжению растений необходимыми элементами, обеспечивая минеральное питание. Однако учет средней длины образовавшихся корешков у микрорастений показал несколько иную картину. Наибольшая средняя длина корешков у микрорастений отмечалась в среднем по опыту при адаптации на торфяном субстрате с добавлением диатомита и рисовой шелухи, показатель которого превысил результаты остальных вариантов на 2–26 мм.

Учет высоты микрорастений после 4 недель адаптации показал, что в среднем по опыту наибольший результат был отмечен на контроле, показатель которого составил 90 мм, разница относительно различных сочетаний субстратов в опыте была на уровне 2–57 мм.

Обобщающим критерием эффективности изучаемых субстратов является учет вегетативной массы микрорастений при завершении периода адаптации. Принимая во внимание данные опыта, было установлено оптимальное сочетание органических и минеральных компонентов в субстрате «торф + цеолит + вермикулит», которое обеспечило наиболее активное развитие микрорастений ежевики. Адсорбирующая способность указанных составных частей субстрата позволяла повысить доступность элементов питания из торфяного субстрата и улучшить структуру субстрата. Благодаря этому, на данном варианте отмечалась самая высокая вегетативная масса микрорастений, превысившая результаты остальных вариантов опыта на 11–65 мг.

Список источников

1. Викулина А.Н., Акимова С.В., Киркач В.В. Применение препарата гидрогель на этапах адаптации и дорастивания *ex vitro* растений рода *Rubus* L. // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 50. С. 84–88. EDN: ZWMNMF.
2. Гашенко О.А., Кухарчик Н.В. Влияние субстратов на ризогенез и адаптацию *ex vitro* растений-регенерантов ежевики. В сб.: Плодоводство. Минск, 2020. С. 134–138. EDN: VMPRTI.
3. Молканова О.И., Королева О.В., Стахеева Т.С., и др. Совершенствование технологии клонального микроразмножения ценных плодовых и ягодных культур для производственных условий // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, № 9. С. 66–69. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10915. EDN: VKMRDG.
4. Иванова-Ханина Л.В. Адаптация растений-регенерантов ежевики к условиям *ex vitro* // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2019. Т. 5 (71), № 1. С. 30–39. EDN: RSOEEA.

5. Карпушина М.В., Амосова М.А. Микроразмножение ежевики (*Rubus*) сорта Карака Блэк *in vitro* // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2022. Т. 35. С. 13–17. DOI: 10.30679/2587-9847-2022-35-13-17. EDN: LZZRJE.
6. Трунов И.А., Хорошкова Ю.В. Оптимизация условий роста микрорастений садовых культур на этапе адаптации // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2020. № 1 (60). С. 90–97. EDN: JBTIMI.
7. Папихин Р.В., Муратова С.А. Влияние цеолита на адаптацию микрорастений представителей рода *Rubus* // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 12. С. 18–23. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_12_18. EDN: LLUTBS.
8. Гашенко О.А., Фролова Л.В. Размножение ежевики сорта Стэфан в культуре *in vitro*. В сб.: Плодоводство. Минск, 2019. С. 144–149. EDN: WRSMTFW.
9. Гашенко О.А., Кухарчик Н.В. Результативность микрочеренкования растений-регенерантов ежевики в условиях *ex vitro*. В сб.: Плодоводство. Минск, 2021. С. 120–124. DOI: 10.47612/0134-9759-2021-33-120-124. EDN: PMEZVF.
10. Ладыженская О.В., Аниськина Т.С., Крючкова В.А. Влияние удобрений пролонгированного действия на доращивание саженцев ежевики после *in vitro* // АгроЭкоИнфо. 2022. № 1 (49). DOI: 10.51419/202121124. EDN: ZOJKUT.
11. Муратова С.А., Трунов И.А., Мелехов И.Д. Основные факторы, определяющие успех перевода микрорастений в нестерильные условия // Наука и Образование. 2020. Т. 3, № 4. С. 298. EDN: KJEAMI.
12. Кирина И.Б., Тельнова Е.М., Анюхина А.Г., и др. Микрклональное размножение перспективных сортов ежевики // Наука и Образование. 2021. Т. 4, № 3. С. 303. EDN: FYCOKN.
13. Дунаева С.Е., Орлова С.Ю., Тихонова О.А., и др. Образцы ягодных и плодовых культур и их дикорастущих родичей в коллекции *in vitro* ВИР // Биотехнология и селекция растений. 2018. Т. 1, № 1. С. 43–51. DOI: 10.30901/2658-6266-2018-1-43-51. EDN: EMJFVZ.

References

1. Vikulina AN, Akimova SV, Kirkach VV. Application of the preparation hydrogel at the stages of adaptation and growing of ex vitro plants of the genus *Rubus* L. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2017;50:84-88. EDN: ZWMNMF.
2. Gashenko OA, Kukharchik NV. Vliyanie substratov na rizogenez i adaptaciyu ex vitro rastenij-regenerantov ezheviki. In: *Plodovodstvo*. Minsk; 2020. P. 134–138. EDN: VMPRTI.
3. Molkanova OI, Koroleva OV, Stakheeva TS, et al. Improvement of clonal micropropagation technology of valuable fruit and berry crops varieties for commercial conditions. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2018;32(9):66-69. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10915. EDN: VKMRDG.
4. Ivanova-Khanina LV. Adaptation of blackberry plants-regenerators to ex vitro conditions. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya*. 2019;5(1):30-39. EDN: RSOEEA.
5. Karpushina MV, Amosova MA. Micropropagation of blackberry (*Rubus*) variety karaka black *in vitro*. *Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo federal'nogo nauchnogo centra sadovodstva, vinogradarstva, vinodeliya*. 2022;35:13-17. DOI: 10.30679/2587-9847-2022-35-13-17. EDN: LZZRJE.
6. Trunov IA, Khoroshkova YuV. Optimizaciya uslovij rosta mikrorastenij sadovykh kul'tur na etape adaptacii. *The bulletin of Michurinsk state agrarian university*. 2020;1:90-97. EDN: JBTIMI.
7. Papikhin RV, Muratova SA. Influence of zeolite on the adaptation of microplants of representatives of the genus *Rubus*. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2022;36(12):18-23. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_12_18. EDN: LLUTBS.
8. Gashenko OA, Frolova LV. Razmnozhenie ezheviki sorta Stehfan v kul'ture *in vitro*. In: *Plodovodstvo*. Minsk, 2019. P. 144–149. EDN: WRSMTFW.

9. Gashenko OA, Kukharchik NV. Rezul'tativnost' mikrocherenkovaniya rastenij-regenerantov ezheviki v usloviyakh *ex vitro*. In: *Plodovodstvo*. Minsk, 2021. P. 120–124. DOI: 10.47612/0134-9759-2021-33-120-124. EDN: PMEZVF.
10. Ladyzhenskaya OV, Anis'kina TS, Kryuchkova VA. Influence of prolonged fertilizers on the subsequent blackberry seedlings growth after in vitro. *Agroecoinfo*. 2022;1. DOI: 10.51419/202121124. EDN: ZOJKUT.
11. Muratova SA, Trunov IA, Melekhov ID. Main factors determining the success of the transfer of microplants to non-sterile conditions. *Nauka i Obrazovanie*. 2020;3(4):298. EDN: KJEAMI.
12. Kirina IB, Tel'nova EM, Anyukhina AG, et al. Microclonal propagation of promising blackberry varieties. *Nauka i Obrazovanie*. 2021;4(3):303. EDN: FYCOKN.
13. Dunaeva SE, Orlova SYu, Tikhonova OA, et al. *In vitro* collection of berry and fruit crops and their wild relatives at VIR. *Plant biotechnology and breeding*. 2018;T(№):43-51. DOI: 10.30901/2658-6266-2018-1-43-51. EDN: EMJFVZ.

Статья принята к публикации 06.10.2025 / The article accepted for publication 06.10.2025.

Информация об авторах:

Тимур Солтанович Айсанов, доцент кафедры садоводства и переработки растительного сырья им. проф. Н.М. Куренного, кандидат сельскохозяйственных наук

Мария Владимировна Селиванова, заведующая кафедрой садоводства и переработки растительного сырья им. проф. Н.М. Куренного, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Юрий Васильевич Горяников, доцент кафедры садоводства и переработки растительного сырья им. проф. Н.М. Куренного, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Timur Soltanovich Aisanov, Associate Professor, N.M. Kurennoy Department for Horticulture and Plant Processing, Candidate of Agricultural Sciences

Maria Vladimirovna Selivanova, Head of the N.M. Kurennoy Department for Horticulture and Plant Processing, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Yuri Vasilyevich Goryanikov, Associate Professor, N.M. Kurennoy Department for Horticulture and Plant Processing, Candidate of Agricultural Sciences

