

<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-712-722>Оригинальная статья
<http://fptt.ru>

Особенности культивирования российских и зарубежных сортов жимолости съедобной (*Lonicera edulis Turcz.*) *in vitro*

Е. И. Куликова¹, С. С. Макаров^{2,*}, И. Б. Кузнецова³, А. И. Чудецкий²¹ Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им Н. В. Верещагина^{ROR}, Вологда, Россия² Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства^{ROR}, Пушкино, Россия³ Костромская государственная сельскохозяйственная академия^{ROR}, Караваново, Россия

Поступила в редакцию: 17.08.2021

Принята после рецензирования: 10.09.2021

Принята в печать: 01.12.2021

*e-mail: makarov_serg44@mail.ru

© Е. И. Куликова, С. С. Макаров, И. Б. Кузнецова, А. И. Чудецкий, 2021

Аннотация.

Введение. В настоящее время увеличился спрос на ягодную продукцию и посадочный материал жимолости съедобной (*Lonicera edulis*). Клональное микроразмножение является эффективным методом получения большого количества оздоровленного посадочного материала для создания промышленных плантаций ягодных растений. Цель работы – изучение влияния цитокининов и ауксинов на процессы формирования микропобегов и корней растений жимолости съедобной новых российских и канадских сортов в культуре *in vitro*.

Объекты и методы исследования. Растения-регенеранты жимолости съедобной 3 сортов российской и 2 сортов канадской селекции. На этапе введения в культуру *in vitro* изучалось влияние стерилизующих агентов и времени стерилизации на жизнеспособность эксплантов жимолости. На этапе «собственно микроразмножение» изучалось влияние регулятора роста Цитодеф в питательной среде QL на процесс органогенеза жимолости. На этапе укоренения *in vitro* изучалось влияние ауксина ИМК на корнеобразование растений.

Результаты и их обсуждение. Наибольшая жизнеспособность (80–94 %) эксплантов жимолости съедобной отмечена при использовании в качестве стерилизующих агентов Лизоформина 3000 5 % и нитрата серебра 0,2 % при времени стерилизации 10 мин. Наибольшие значения количества (8,8 шт.) и суммарной длины микропобегов (40,1 см) жимолости наблюдались при содержании в питательной среде цитокинина Цитодеф 0,3 мг/л. Наибольшие показатели количества (5,5 шт.) и суммарной длины (30,8 см) корней жимолости отмечены при добавлении ИМК 0,5 мг/л. Максимальная приживаемость (92–99 %) жимолости съедобной при адаптации к условиям *in vivo* выявлена при использовании кокосового субстрата.

Выводы. Цитодеф и ИМК являются эффективными росторегулирующими веществами при выращивании микрорастений жимолости съедобной сортов российской и канадской селекции в культуре *in vitro*. Это обуславливает перспективность их использования при получении большого количества высококачественного оздоровленного посадочного материала при создании плантаций.

Ключевые слова. Клональное микроразмножение, *in vitro*, жимолость, сорт, регуляторы роста, корнеобразование

Финансирование. Работа выполнена в рамках Государственного задания «Проведение прикладных научных исследований» Федерального агентства лесного хозяйства Российской Федерации (Приказ Рослесхоза от 25.12.2018 №1061).

Для цитирования: Особенности культивирования российских и зарубежных сортов жимолости съедобной (*Lonicera edulis Turcz.*) *in vitro* / Е. И. Куликова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51. № 4. С. 712–722. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-712-722>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Russian and Foreign Cultivars of Honeysuckle (*Lonicera edulis Turcz.*): cultivation studies *in vitro*

Elena I. Kulikova¹, Sergey S. Makarov^{2,*},
Irina B. Kuznetsova³, Anton I. Chudetsky²

¹ N.V. Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy^{ROR}, Vologda, Russia

² All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry^{ROR}, Pushkino, Russia

³ Kostroma State Agricultural Academy^{ROR}, Karavaevo, Russia

Received: August 17, 2021

Accepted in revised form: September 10, 2021

Accepted for publication: December 01, 2021



*e-mail: makarov_serg44@mail.ru

© E.I. Kulikova, S.S. Makarov, I.B. Kuznetsova, A.I. Chudetsky, 2021

Abstract.

Introduction. The demand for honeysuckle berries and planting material is growing. Clonal micropropagation is the most effective method for industrial plantations. The research objective was to study the effect of cytokinins and auxins on Russian and Canadian honeysuckle microshoots and roots.

Study objects and methods. The study featured regenerated honeysuckle (*Lonicera edulis* Turcz.) of three Russian cultivars (Bakcharsky Velikan, Doch Velikana, Yugana) and two Canadian cultivars (Boreal Beauty, Boreal Beast). The experiment focused on the effect of sterilizing agents and sterilization time on the viability of honeysuckle explants at the stage of culture introduction *in vitro*. The effect of the growth regulator Cytodef in the QL nutrient medium on organogenesis was studied at the stage of micropropagation proper, the effect of auxin IBA on plant root formation – at the stage of rooting *in vitro*.

Results and discussion. The greatest viability of honeysuckle explants (80–94%) was registered in the samples affected by Lizoformin 3000 (5%) and silver nitrate (0.2%) as sterilizing agents with a sterilization time of 10 min at the stage of *in vitro* culture introduction. The biggest quantity (8.8 pcs.) and total length (40.1 cm) of microshoots were observed when the content of cytokinin Cytodef in the culture medium QL was 0.3 mg/L at the stage micropropagation proper. The Boreal Beast cultivar had the largest total length of shoots (29.0 cm). The biggest quantity (5.5 pcs.) and total length (30.8 cm) of roots resulted from 0.5 mg/L of auxin IBA at the stage of rooting *in vitro*. Coconut substrate produced the highest survival rate (92–99%) at the stage of adaptation to non-sterile conditions *in vivo*, with the greatest number of leaves (8.1–10.2 pcs.) observed in Canadian cultivars.

Conclusion. Cytodef and IBA proved to be effective growth-regulating substances for microplants of Russian and Canadian honeysuckle cultivars *in vitro*, which makes them promising for berry plantations.

Keywords. Clonal micropropagation, *in vitro*, *Lonicera*, cultivar, growth regulators, rooting

Funding. The research was part of the State Task “Applied Scientific Research” of the Federal Forestry Agency of the Russian Federation (Order of the Federal Forestry Agency dated December 25, 2018, No. 1061).

For citation: Kulikova EI, Makarov SS, Kuznetsova IB, Chudetsky AI. Russian and Foreign Cultivars of Honeysuckle (*Lonicera edulis* Turcz.): cultivation studies *in vitro*. Food Processing: Techniques and Technology. 2021;51(4):712–722. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-712-722>.

Введение

Жимолость – одна из наиболее многочисленных по видовому составу кустарниковых пород. Она широко представлена в горных и равнинных лесах умеренной зоны Евразии и Северной Америки. Теневыносливость и неприхотливость к условиям произрастания дают возможность использовать жимолость в защитных и защитно-рекреационных лесных насаждениях. Кроме того, разнообразие декоративных достоинств жимолости привлекает внимание специалистов по озеленению. На сегодняшний день в России (в особенности в европейской части) и за рубежом (Канада, страны СНГ и др.) как среди ученых различных направлений, так и среди предпринимателей агропромышленного и лесопромышленного комплексов увеличился спрос на ягодную продукцию и сортовой посадочный материал жимолости съедобной. К настоящему

времени в России создано более 100 сортов жимолости съедобной, различающихся по урожайности, формам, размерам и вкусовым качествам плодов. На территории Российской Федерации (Новосибирская, Томская, Нижегородская, Воронежская и Костромская области, республика Татарстан и др.), Белоруссии и Украины созданы крупные промышленные плантации жимолости, где выращивают перспективные отечественные сорта. Они отличаются от ранее созданных сортов большей крупноплодностью, однородностью периода созревания, устойчивостью к преждевременному осыпанию с куста и пригодностью кустов для механизированной уборки урожая [1–3].

Жимолость съедобная (*Lonicera edulis* Turcz. ex Freun) – небольшой куст высотой от 0,5 до 1,2 м с тонкими, бурым, часто поникающими скелетными ветвями, тонкими и негустоопушенными побегами, узкими, продолговато-эллиптическими

или ланцетными листьями. Цветки жимолости съедобной бледно-желтые, с пыльниками, далеко выступающими из венчика. Жимолость съедобная является одной из наиболее перспективных для выращивания и экологически пластичных ягодных культур, имеет ранние сроки созревания (июнь), обладает высокой зимостойкостью (до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$) и скороспелостью. Плоды удлиненные, разнообразной формы, обладают исключительной пищевой и лекарственной ценностью. В ягодах жимолости съедобной содержится большое количество сухих веществ (до 16,4 %), органических кислот (до 5,3 %), сахаров (до 12,5 %), пектинов (до 1,6 %), дубильных и красящих веществ (до 0,3 %), микро- и макроэлементов, витаминов А, С, В₁, В₂ и Р-активных соединений (до 1856 мг%), представленных катехинами, антоцианами, лейкоантоцианами, иридоидами, флавонолами, хлорогеновыми кислотами и рядом других биологически активных веществ. Плоды жимолости имеют уникальные вкусовые свойства (обычно кисло-сладкие и сладкие, часто с горчинкой). Их употребляют в свежем, замороженном и сушеном видах, а также успешно используют для изготовления соков, компотов, морсов, варенья, джемов, конфитюров, хлебобулочных изделий и множества видов пищевой продукции. Ягоды обладают гипотензивными, антиоксидантными и противовоспалительными свойствами, являются отличным средством против анемии, авитаминоза, упадка сил, снижения иммунитета, могут использоваться в медицине при профилактике и лечении простудных и аллергических заболеваний, головных болей, заболеваний желудочно-кишечного тракта, гипертонии и цинги [1–13].

Жимолость обладает теневыносливостью, произрастает в подлеске хвойных и смешанных лесов, но лучше растет и плодоносит в условиях хорошей освещенности (на лугах, опушках и т. п.). При этом хорошо растет только в условиях достаточного увлажнения и при повышенной влажности воздуха, но отрицательно реагирует на длительное затопление корневой системы грунтовыми водами. Это затрудняет возможность ее культивирования на тяжелых глинах и неосушенных торфяниках. Помимо этого, жимолость – самобесплодная культура. В связи с этим при ее выращивании специалисты рекомендуют сажать несколько сортов на одном квартале, но не менее трех. Размножение жимолости съедобной возможно вегетативными способами: горизонтальными отводками, зелеными и одревесневшими черенками, делением куста. При этом сохраняются ее сортовые признаки. Зеленое черенкование – наиболее результативный способ размножения этой культуры, при котором на 2-й год после посадки стандартного саженца на постоянное место с него можно срезать, в зависимости от сорта, от

5 до 20 зеленых черенков, на 3-й год – до 50–140 шт. Такой способ является затратным, поскольку для черенкования требуется наличие сооружений, защищающих грунт (теплиц, парников, рассадников и укрывных рядов), и туманообразующих установок для создания необходимой влажности воздуха. Также необходимо поддержание определенных условий произрастания: слой субстрата из торфа и песка не менее 20 см со слоем промытого речного песка толщиной 5 см; оптимальная температура воздуха в пределах от $+25$ до $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$; оптимальный срок заготовки черенков, совпадающий с окончанием роста побегов, – 3-я декада июня. Размножение одревесневшими черенками в практике выращивания посадочного материала жимолости встречается сравнительно редко, т. к. приживаемость жимолости при этом низкая (15–20 %). Размножение отводками применяется у молодых растений жимолости, ветви которых расположены близко к земле, обычно в конце апреля – начале мая. При этом однолетние ветви жимолости осторожно пригибают к земле, стараясь не сломать побеги; отводки окучивают влажной землей или перегноем. Горизонтальные отводки отделяют от материнского растения весной и сажают на доращивание на 1–2 года или оставляют возле материнского растения до осени второго года. Однако при таком способе размножения от одного 3–4-летнего растения жимолости можно за сезон получить не более 3–6 отводков. Иногда практикуют размножение молодых (3–4-летних) растений жимолости делением куста (в конце сентября), при котором от 5-летних растений можно получить до 5–12 дочерних растений, а от растений старше 8–10 лет – еще меньше [1–3, 14, 15].

При создании промышленных плантаций наиболее перспективным и эффективным методом размножения является клональное микроразмножение. Это современный метод вегетативного размножения, который имеет ряд преимуществ:

- возможность получения в короткие сроки однородного оздоровленного посадочного материала от пораженных вирусными, бактериальными и грибными болезнями растений;
- получение в большом количестве вегетативного потомства трудноразмножаемых в обычных условиях видов растений;
- возможность круглогодичного проведения работы в лабораторных условиях;
- возможность депонирования пробирочных растений в течение длительного времени при пониженных плюсовых температурах для создания «банка» ценных форм растений [16].

В последние годы клональным микроразмножением жимолости активно занимается ряд исследователей из России и стран СНГ. Для микроразмножения в промышленных масштабах используется метод индукции развития пазушных меристем. Он основан на

активации пазушных меристем и снятию апикального доминирования путем удаления главного побега и микрочеренкования в пробирке либо введением в питательную среду различных росторегулирующих веществ цитокининовой группы для стимулирования развития пазушных побегов. В настоящее время пролиферация пазушных меристем считается надежной в отношении плодово-ягодных растений, поскольку обладает минимальной степенью риска получения неоднородного потомства и появления мутированных растений [17–20]. Однако культуре *in vitro* высших растений до сих пор не уделяется должного внимания [21].

С 2015 г. исследования по микроклонированию новых сортов жимолости с применением современных росторегулирующих веществ и биопрепаратов ведутся на Центрально-европейской лесной опытной станции ВНИИЛМ. На основании проведенных исследований установлено, что размноженные в условиях *in vitro* растения на протяжении трех вегетаций обладают большей продуктивностью, чем растения, полученные при укоренении зеленых и одревесневших черенков [22–24].

Цель исследования – изучить влияние регуляторов роста цитокининов и ауксинов на процессы органогенеза и ризогенеза растений жимолости съедобной новых перспективных сортов российской и канадской селекции при клональном микроразмножении.

Объекты и методы исследования

Исследования по выращиванию растений жимолости съедобной в культуре *in vitro* проводили в лабораториях клонального микроразмножения растений на базе филиала Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства «Центрально-европейская лесная опытная станция» и Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им Н. В. Верещагина в 2016–2021 гг.

В качестве объектов исследований использовались растения жимолости съедобной новых перспективных сортов российской (Бакчарский великан, Дочь великана, Югана) и канадской (Boreal Beauty, Boreal Beast) селекции, имеющих преимущества по крупноплодности и однородности сроков созревания по сравнению с ранее созданными сортами.

Процесс клонального микроразмножения растений состоит из 4 основных этапов:

- 1) введение в культуру *in vitro* (выбор растения-донора, изолирование эксплантов и получение хорошо растущей стерильной культуры);
- 2) собственно микроразмножение (пролиферация), когда достигается получение максимального количества меристематических клонов;
- 3) укоренение (ризогенез) размноженных побегов *in vitro*;

- 4) адаптация укорененных растений к нестерильным (почвенным) условиям, а при необходимости – депонирование растений-регенерантов при пониженной температуре (от +2 до +10 °С) с последующим выращиванием растений в условиях теплицы и подготовка их к реализации или посадке в полевых условиях [16].

На этапе введения в культуру *in vitro* в качестве эксплантов использовали этиолированные побеги и апикальные меристемы растений (рис. 1). Заложили двухфакторный опыт, в котором первый фактор – тип стерилизующего агента, второй – время стерилизации (5, 10, 15 мин). Выбор стерилизующего вещества зависит от чувствительности и типа экспланта. Добиться снижения зараженности эксплантов можно специальными приемами: использование эксплантов с выращиваемых в теплице растений или подвергнутых термотерапии; предварительная стерилизация при небольших концентрациях с последующей посадкой на питательную среду; введение в питательную среду веществ, которые провоцируют быстрое проявление инфекции. В качестве стерилизующих агентов применяли 0,1 %-ный раствор сулемы, 0,2 %-ный раствор нитрата серебра и 5 %-ный раствор препарата Лизоформин 3000. Повторность опыта трехкратная.

На этапе пролиферации определяющую роль играют видовые и сортовые особенности экспланта, его строение, происхождение, ориентация на питательной среде, ее состав и физические условия культивирования. На культивирование эксплантов в культуре *in vitro* значительное влияние оказывают условия освещенности и температура. Растения культивировали в условиях световой комнаты в



Рисунок 1. Этап стерилизации эксплантов жимолости съедобной

Figure 1. Sterilization of honeysuckle explants

течение 30–45 суток при поддержании освещения люминесцентными лампами 2500–3000 лк, фотопериоде 16 ч света и 8 ч темноты, температуре воздуха +25 °С, относительной влажности воздуха 80 % (рис. 2, 3). На этапе «собственно микроразмножение» заложили двухфакторные опыты по изучению влияния добавления в питательную среду QL (Кворина-Лепуавра) регулятора роста цитокининовой группы Цитодеф (синтетический производный природного цитокинина дифенилмочевины, по активности не уступающий 6-БАП или кинетину). На этапе укоренения *in vitro* заложили двухфакторные опыты по изучению влияния ауксина ИМК (индолил-3-масляная кислота) в питательной среде на рост и развитие растений жимолости съедобной. Первый фактор – сорт, второй – концентрация росторегулирующего вещества (0,1, 0,3 и 0,5 мг/л). Учитывали количество, среднюю и суммарную длину микропобегов и корней. Повторность трехкратная, в каждом варианте – 10 пробирочных растений.

Далее укорененные растения жимолости съедобной адаптировали к нестерильным условиям *in vivo*. Для этого их пересаживали в кассеты, наполненные различными субстратами, в качестве которых использовались торф верхового типа, торф с песком в соотношении 1:3 и кокосовый субстрат. Определяли приживаемость растений, количество листьев и суммарный прирост побегов.



Рисунок 2. Этап образования микропобегов жимолости съедобной *in vitro* на питательной среде QL

Figure 2. Microshoot development *in vitro* on QL nutrient medium

Статистическую обработку данных осуществляли с использованием параметрических критериев Стьюдента и Дункана при помощи программного обеспечения AGROS v.2.11 и стандартных пакетов Microsoft Office 2016. Оценку достоверности различий между средними данными вариантов опыта проводили с помощью наименьшей существенной разности для 5 %-го уровня значимости (HCP_{05}).

Результаты и их обсуждение

По результатам проведенных экспериментальных исследований отмечено, что тип стерилизующего агента и время стерилизации оказывали влияние на жизнеспособность эксплантов жимолости съедобной различных сортов на этапе введения в культуру *in vitro*. Наилучший стерилизующий эффект наблюдался при использовании в качестве стерилизующих агентов Лизоформина 3000 и $AgNO_3$, где максимальная жизнеспособность составила (время стерилизации 10 мин): для сортов канадской селекции – 80 и 94 %, для российских сортов – 90 и 92 % соответственно. Наихудшие показатели были отмечены при использовании ртути содержащего раствора сулемы при времени стерилизации 5 и 15 мин.

Биометрические показатели жимолости съедобной различались в зависимости от концентрации росторегулирующих веществ. На этапе «собственно



Рисунок 3. Этап корнеобразования микрорастений жимолости съедобной *in vitro*

Figure 3. Root development *in vitro* in honeysuckle microplants

Таблица 1. Жизнеспособность эксплантов жимолости съедобной различных сортов в зависимости от стерилизующего агента и времени стерилизации, %

Table 1. Viability of explants of various honeysuckle cultivars depending on the sterilizing agent and sterilization time, %

Сорт	Время стерилизации, мин	Стерилизующий агент		
		Сулема 0,1 %	Лизоформин 3000 5 %	AgNO ₃ 0,2 %
Бокчарский великан	5	40	52	42
	10	62	90	92
	15	36	66	60
Дочь великана	5	40	52	36
	10	74	78	88
	15	40	50	72
Югана	5	36	50	40
	10	68	74	86
	15	42	40	62
Voreal Beauty	5	36	48	40
	10	70	72	82
	15	28	42	64
Voreal Beast	5	30	42	42
	10	72	80	94
	15	30	40	60

Таблица 2. Количество побегов жимолости съедобной в зависимости от сорта и концентрации цитокинина Цитодеф, шт.

Table 2. Amount of honeysuckle shoots depending on the variety and concentration of cytokinin Cytodef, pcs.

Сорт	Концентрация Цитодеф, мг/л			Среднее
	0,1	0,3	0,5	
Бокчарский великан	3,3	7,4	8,3	6,3
Дочь великана	3,1	6,9	7,8	5,9
Югана	2,9	8,3	9,1	6,9
Voreal Beauty	3,4	7,9	9,9	7,1
Voreal Beast	3,6	8,2	8,9	6,9
Среднее	3,3	7,7	8,8	–

НСР₀₅ фактор А = 2,01; фактор В = 1,76; общ. = 1,31

Таблица 3. Средняя длина побегов жимолости съедобной в зависимости от сорта и концентрации цитокинина Цитодеф, см

Table 3. Average length of honeysuckle shoots depending on the variety and concentration of cytokinin Cytodef, cm

Сорт	Концентрация Цитодеф, мг/л			Среднее
	0,1	0,3	0,5	
Бокчарский великан	1,1	4,5	3,3	3,0
Дочь великана	1,8	5,5	3,0	3,4
Югана	1,8	5,0	2,8	3,2
Voreal Beauty	1,9	4,8	2,9	3,2
Voreal Beast	1,5	6,0	3,5	3,6
Среднее	1,6	5,2	3,1	–

НСР₀₅ фактор А = 1,89; фактор В = 1,50; общ. = 1,09

микроразмножение» наибольшее количество побегов формировалось при добавлении в питательную среду цитокинина Цитодеф в концентрации 0,5 мг/л и достигало в среднем 8,8 шт. на одно растение. Это в 1,1 и 2,7 раза больше, чем при концентрациях 0,3

и 0,1 мг/л соответственно. Существенных различий по сортам не выявлено (табл. 2).

Средняя длина побегов жимолости была наибольшей при концентрации цитокинина Цитодеф 0,3 мг/л и составляла 5,2 см. Это в 1,7 и 3,3 раза

Таблица 4. Суммарная длина побегов жимолости съедобной в зависимости от сорта и концентрации цитокинина Цитодеф, см

Table 4. Total length of honeysuckle shoots depending on the cultivar and concentration of cytokinin Cytodef, cm

Сорт	Концентрация Цитодеф, мг/л			Среднее
	0,1	0,3	0,5	
Бокчарский великан	3,7	33,5	27,5	21,6
Дочь великана	5,7	38,1	23,5	22,4
Югана	5,3	41,5	25,6	24,1
Voreal Beauty	6,5	38,2	29,1	25,0
Voreal Beast	5,4	49,5	31,3	29,0
Среднее	5,3	40,1	27,4	–
НСР ₀₅ фактор А = 3,21; фактор В = 2,81; общ. = 2,01				

Таблица 5. Количество корней жимолости съедобной в зависимости от сорта и концентрации ауксина ИМК, шт.

Table 5. Amount of roots depending on the cultivar and concentration of auxin IBA, pcs.

Сорт	Концентрация ИМК, мг/л			Среднее
	0,1	0,3	0,5	
Бокчарский великан	2,1	3,3	5,5	3,6
Дочь великана	2,0	3,9	5,4	3,8
Югана	1,9	3,0	5,8	3,6
Voreal Beauty	1,8	2,9	6,0	3,6
Voreal Beast	2,0	3,3	4,9	3,4
Среднее	2,0	3,3	5,5	–
НСР ₀₅ фактор А = 1,72; фактор В = 1,41; общ. = 0,98				

Таблица 6. Средняя длина корней жимолости съедобной в зависимости от сорта и концентрации ауксина ИМК, см

Table 6. Average length of roots honeysuckle depending on the variety and concentration of auxin IBA, cm

Сорт	Концентрация ИМК, мг/л			Среднее
	0,1	0,3	0,5	
Бокчарский великан	1,1	2,2	6,5	3,3
Дочь великана	0,9	2,6	5,5	3,0
Югана	1,0	2,5	4,9	2,8
Voreal Beauty	1,2	2,1	5,0	2,8
Voreal Beast	1,3	2,4	6,3	3,5
Среднее	1,1	2,4	5,6	–
НСР ₀₅ фактор А = 1,66; фактор В = 1,1; общ. = 0,88				

больше, чем при концентрациях 0,5 и 0,1 мг/л соответственно. Различий в зависимости от сорта также не выявлено (табл. 3).

Суммарная длина побегов жимолости при концентрации в питательной среде цитокинина Цитодеф 0,3 мг/л достигала 40,1 см. Это в 1,5 раза больше, чем при концентрации 0,5 мг/л, и в 7,6 раза больше, чем при концентрации 0,1 мг/л. У сорта жимолости Voreal Beast наблюдалась наибольшая суммарная длина побегов – 29,0 см, а у сорта Бокчарский великан наименьшая – 21,6 см. Между другими исследуемыми сортами различия были несущественны (табл. 4).

На этапе «укоренение *in vitro*» наибольшее количество корней выявлено в вариантах с

содержанием в питательной среде 0,5 мг/л ауксина ИМК в концентрации 0,5 мг/л и составило в среднем 5,5 шт. Это в 1,7 и 2,8 раза больше, чем в вариантах с концентрациями 0,3 и 0,1 мг/л соответственно (табл. 5).

Средняя длина корней жимолости при концентрации ауксина ИМК 0,5 мг/л была в 2,3 раза больше, чем при концентрации 0,3 мг/л, и в 5,1 раза больше, чем при концентрации 0,1 мг/л (табл. 6). В зависимости от сорта различия были незначительны.

Суммарная длина корней жимолости съедобной при содержании в питательной среде ауксина ИМК в концентрации 0,5 мг/л достигала 30,8 см на одно растение. Это почти в 4 раза больше, чем при

Таблица 7. Суммарная длина корней жимолости съедобной в зависимости от сорта и концентрации ауксина ИМК, см

Table 7. Total length of honeysuckle roots depending on the cultivar and concentration of auxin IBA, cm

Сорт	Концентрация ИМК, мг/л			Среднее
	0,1	0,3	0,5	
Бокчарский великан	2,3	7,3	36,0	15,2
Дочь великана	1,8	10,1	28,1	13,4
Югана	1,9	7,5	28,5	12,6
Voreal Beauty	2,2	6,1	30,1	12,8
Voreal Beast	2,6	8,0	31,1	13,9
Среднее	2,2	7,8	30,8	–
НСР ₀₅ фактор А = 4,32; фактор В = 3,12; общ. = 2,13				

Таблица 8. Приживаемость и биометрические показатели жимолости съедобной при адаптации к нестерильным условиям *in vivo* в зависимости от сорта и типа субстратаTable 8. Survival and biometric indices during adaptation to non-sterile conditions *in vivo*, depending on the cultivar and type of substrate

Субстрат	Сорт	Приживаемость, %	Количество листьев, шт.	Суммарный прирост побегов, см
Верховой торф	Бокчарский великан	26	5,60 ± 0,46	14,20 ± 0,66
	Дочь великана	24	6,10 ± 0,42	14,30 ± 0,71
	Югана	23	4,20 ± 0,34	13,90 ± 0,62
	Voreal Beauty	28	8,10 ± 0,51	14,50 ± 0,68
	Voreal Beast	27	8,40 ± 0,48	14,70 ± 0,72
Торф + песок 1:3	Бокчарский великан	36	5,30 ± 0,38	14,20 ± 0,59
	Дочь великана	34	6,10 ± 0,42	14,40 ± 0,63
	Югана	37	6,30 ± 0,49	14,20 ± 0,61
	Voreal Beauty	40	8,80 ± 0,35	14,70 ± 0,63
	Voreal Beast	38	9,50 ± 0,55	14,60 ± 0,71
Кокосовый субстрат	Бокчарский великан	95	4,70 ± 0,36	14,50 ± 0,58
	Дочь великана	92	6,80 ± 0,45	14,40 ± 0,69
	Югана	94	5,80 ± 0,42	14,70 ± 0,65
	Voreal Beauty	98	10,20 ± 0,57	14,90 ± 0,74
	Voreal Beast	99	9,80 ± 0,51	15,10 ± 0,78

концентрации 0,3 мг/л, и в 14 раз больше, чем при концентрации 0,1 мг/л (табл. 7).

Существенных сортовых различий по количеству, средней и суммарной длине корней микрорастений жимолости съедобной не выявлено.

На этапе адаптации к нестерильным условиям *in vivo* отмечено, что приживаемость растений жимолости съедобной всех исследуемых сортов была наибольшей при использовании кокосового субстрата (92–99 %). При использовании субстратов из верхового торфа и торфа с песком (1:3) приживаемость имела низкие показатели – 23–28 и 34–40 % соответственно (табл. 8).

У сортов канадской селекции наблюдалось наибольшее количество листьев (8,1–10,2 шт.) по сравнению с сортами российской селекции (4,2–6,8 шт.). По длине суммарного прироста значительных различий между растениями, в зависимости от сорта и субстрата, не отмечено.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что на этапе введения в культуру *in vitro* максимальная жизнеспособность эксплантов жимолости съедобной российских (90–92 %) и канадских (80–94 %) сортов наблюдалась при использовании в качестве стерилизующих агентов Лизоформина 3000 (5 %) и AgNO₃ при времени стерилизации 10 мин. При содержании в питательной среде QL цитокинина Цитодеф в концентрации 0,3 мг/л отмечены максимальные биометрические показатели у побегов жимолости. Наибольшая суммарная длина побегов (29,0 см) отмечена у сорта жимолости Voreal Beast. Максимальные показатели количества, средней и суммарной длины корней микрорастений жимолости наблюдались при добавлении в питательную среду ауксина ИМК в концентрации 0,5 мг/л. Существенных различий по биометрическим показателям корней жимолости, в

зависимости от сорта, не выявлено. Максимальная приживаемость (92–99 %) адаптируемых к нестерильным условиям *in vivo* растений жимолости выявлена при использовании кокосового субстрата. Наибольшее количество листьев (8,1–10,2 шт.) имели сорта канадской селекции.

Критерии авторства

Е. И. Куликова проводила закладку лабораторного опыта на всех этапах клонального микроразмножения. С. С. Макаров руководил проектом, проводил закладку лабораторного опыта на всех этапах клонального микроразмножения, проводил анализ литературных источников по вопросу использования биотехнологических способов размножения лесных ягодных растений. И. Б. Кузнецова проводила анализ литературных источников по вопросу использования традиционных способов размножения жимолости съедобной, закладку лабораторного опыта на этапе укоренения растений *in vitro* и статистическую обработку данных. А. И. Чудецкий проводил анализ литературных источников по вопросу пищевой и лекарственной ценности жимолости съедобной и статистическую обработку данных.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности

Выражаем благодарность д-р с.-х. наук С. А. Родину, канд. биол. наук Г. В. Тяк и канд. с.-х. наук И. А. Кореневу.

Contribution

E.I. Kulikova performed laboratory experiments at all stages of clonal micropropagation. S.S. Makarov supervised the project, performed laboratory experiments at all stages of clonal micropropagation, and reviewed publications on biotechnological methods of propagation of forest berry plants. I.B. Kuznetsova analyzed publications on traditional methods of honeysuckle propagation, performed laboratory experiments at the stage of plant rooting *in vitro*, and processed statistical data. A.I. Chudetsky analyzed publications on the nutritional and medicinal value of honeysuckle and processed the data.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Acknowledgments

We express our gratitude to Dr.Sci.(Agri.) Sergey A. Rodin, Cand.Sci.(Biol.) Galina V. Tyak, Cand.Sci.(Agri.) Igor A. Korenev.

Список литературы

1. Состояние и перспективы селекции жимолости синей / А. Г. Куклина [и др.] // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 5. С. 41–45.
2. Боярских И. Г. Особенности репродуктивной биологии жимолости синей *Lonicera caerulea* L. // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 1. С. 200–210. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2017.1.200rus>.
3. Сорокопудов В. Н., Куклина А. Г., Упадышев М. Т. Сорта съедобной жимолости: биология и основы культивирования. М.: Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства, 2018. 160 с.
4. Kucharska A. Z., Fecka I. Identification of iridoids in edible honeysuckle berries (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica* Sevast.) by UPLC-ESI-qTOF-MS/MS // *Molecules*. 2016. Vol. 21. № 9. <https://doi.org/10.3390/molecules21091157>.
5. Iridoids, phenolic compounds and antioxidant activity of edible honeysuckle berries (*Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* Sevast.) / A. Z. Kucharska [et al.] // *Molecules*. 2017. Vol. 22. № 3. <https://doi.org/10.3390/molecules22030405>.
6. Боярских И. Г., Васильев В. Г., Кукушкина Т. А. Содержание биологически активных полифенолов *Lonicera caerulea* subsp. *pallasii* в природе и культуре // Химия растительного сырья. 2018. № 2. С. 86–96. <https://doi.org/10.14258/jcrpm.2018023452>.
7. Исследование полифенольного комплекса и иридоидных гликозидов в различных сортах плодов жимолости съедобной *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn / И. Б. Перова [и др.] // Вопросы питания. 2019. Т. 88. № 6. С. 88–99. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10069>.
8. Коробкова Т. С., Сабарайкина С. М. Антиоксидантная активность плодов *Lonicera* L. в условиях центральной Якутии // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2020. Т. 25. № 4. С. 92–99. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2020-25-4-7>.
9. Reproductive biology of two edible honeysuckles [*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn., *Lonicera kamtschatica* (Sevast.) Pojark.] in the conditions of Southwestern Slovakia / E. Ďurišová [et al.] // *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*. 2020. Vol. 19. № 3. P. 63–72. <https://doi.org/10.24326/asphc.2020.3.6>.

10. Образцова П. А., Шмелева И. Ю., Рожнов Е. Д. Перспективы использования плодов жимолости в производстве винных напитков // Ломоносовские чтения на Алтае: Фундаментальные проблемы науки и образования: сборник научных статей международной конференции. Барнаул, 2017. С. 1054–1055.
11. Использование экстракта жимолости (*Lonicera edulis*) в технологии хлебобулочных изделий / Е. В. Соболева [и др.] // Вестник Международной академии холода. 2018. № 1. С. 26–32. <https://doi.org/10.17586/1606-4313-2018-17-1-26-32>.
12. Якимлюк Т. А., Котов Л. А. Применение жимолости в различных отраслях народного хозяйства // Молодежь и наука. 2018. № 4.
13. Момот Т. В., Кушнерова Н. Ф. Обоснование выбора сырьевых источников из дальневосточной флоры для получения фармацевтических препаратов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18. № 2. С. 146–149.
14. Рутц А. В. Совершенствование технологии размножения жимолости съедобной // Субтропическое и декоративное садоводство. 2018. № 64. С. 132–136.
15. Сучкова С. А., Абзалтденов Т. З. Особенности размножения жимолости синей одревесневшими черенками в условиях Томской области // Современное садоводство. 2019. № 2. С. 105–110. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2019-10217>.
16. Мащнева О. В., Ташматова Л. В. Клональное микроразмножение земляники – перспективный метод современного питомниководства (обзор) // Современное садоводство. 2019. № 4. С. 113–119. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2019-10411>.
17. Propagation of edible honeysuckle (*Lonicera edulis* Turcz) in *in vitro* conditions / Ya. S. Zapolsky [et al.] // Agricultural Science and Practice. 2018. Vol. 5. № 2. P. 18–26. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.02.018>.
18. Morphogenesis of introduced varieties of *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn depending on composition of nutrient media / E. Kutas [et al.] // International Journal of Advanced Research in Biological Sciences. 2019. Vol. 6. № 4. P. 35–41. <https://doi.org/10.22192/ijarbs.2019.06.04.006>.
19. Колбанова Е. В. Влияние фитогормонов в составе питательной среды на пролиферацию у растений-регенерантов сортов жимолости синей (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica*) // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия биологических наук. 2020. Т. 65. № 1. С. 88–97. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2020-65-1-88-97>.
20. Маркова М. Г., Сомова Е. Н. Совершенствование клонального микроразмножения ягодных культур // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 1. С. 39–44. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-39-44>.
21. Изучение физико-химических свойств и биологической активности экстрактов из высушенной биомассы каллусных, суспензионных клеток и корневых культур *in vitro* / Й. Янг [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50. № 3. С. 480–492. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-3-480-492>.
22. Макаров С. С., Кузнецова И. Б. Влияние регуляторов роста на органогенез жимолости при клональном микроразмножении // Вестник НГАУ. 2018. Т. 49. № 4. С. 36–42. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2018-49-4-36-42>.
23. Макаров С. С., Калашникова Е. А., Румянцева Е. П. Продуктивность растений жимолости съедобной в зависимости от технологии их размножения // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2018. Т. 39. № 3. С. 76–83. <https://doi.org/10.15350/2306-2827.2018.3.76>.
24. Коренев И. А., Тяк Г. В., Макаров С. С. Создание новых сортов лесных ягодных растений и перспективы их интенсивного размножения (*in vitro*) // Лесохозяйственная информация. 2019. № 3. С. 180–189. <https://doi.org/10.24419/LNI.2304-3083.2019.3.15>.

References

1. Kuklina AG, Sorokopudov VN, Upadyshev MT, Sorokopudova OA, Prischepina GA. Current state and trends of selection of the sweet-berry honeysuckle. Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2017;(5):41–45. (In Russ.).
2. Boyarskikh IG. Features of *Lonicera caerulea* L. reproductive biology. Agricultural Biology. 2017;52(1):200–210. (In Russ.). <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.1.200eng>.
3. Sorokopudov VN, Kuklina AG, Upadyshev MT. Sorta s'edobnoy zhimolosti: biologiya i osnovy kul'tivirovaniya [Honeysuckle cultivars: biology and cultivation basics]. Moscow: All-Russian Institute of Selection and Technology of Horticulture and Nursery; 2018. 160 p. (In Russ.).
4. Kucharska AZ, Fecka I. Identification of iridoids in edible honeysuckle berries (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica* Sevest.) by UPLC-ESI-qTOF-MS/MS. Molecules. 2016;21(9). <https://doi.org/10.3390/molecules21091157>.
5. Kucharska AZ, Sokól-Lętowska A, Osziński J, Piórecki N, Fecka I. Iridoids, phenolic compounds and antioxidant activity of edible honeysuckle berries (*Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* Sevest.). Molecules. 2017;22(3). <https://doi.org/10.3390/molecules22030405>.
6. Boyarskikh IG, Vasiliev VG, Kukushkina TA. The content of biologically active polyphenols *Lonicera caerulea* subsp. *pallasii* in natural conditions and the introduction. Chemistry of Plant Raw Material. 2018;(2):86–96. (In Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.2018023452>.

7. Perova IB, Rylyina EV, Eller KI, Akimov MYu. The study of the polyphenolic complex and iridoid glycosides in various cultivars of edible honeysuckle fruits *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn. Problems of Nutrition. 2019;88(6):88–99. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10069>.
8. Korobkova TS, Sabaraikina SM. Antioxidant activity of the berries of *Lonicera L.* under the conditions of Central Yakutia. Arctic and Subarctic Natural Resources. 2020;25(4):92–99. (In Russ.). <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2020-25-4-7>.
9. Ďurišová E, Juríková T, Eliáš PJr, Mlček J. Reproductive biology of two edible honeysuckles [*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn., *Lonicera kamtschatica* (Sevast.) Pojark.] in the conditions of Southwestern Slovakia. Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus. 2020;19(3):63–72. <https://doi.org/10.24326/asphc.2020.3.6>.
10. Obraztsova PA, Shmeleva IYu, Rozhnov ED. Perspektivy ispol'zovaniya plodov zhimolosti v proizvodstve vinnykh napitkov [Prospects for the use of honeysuckle berries in wine production]. Lomonosovskie chteniya na Altae: Fundamental'nye problemy nauki i obrazovaniya: sbornik nauchnykh statey mezhdunarodnoy konferentsii [Lomonosov readings in Altai: Fundamental Problems of Science and Education: proceedings of the international conference]; 2017; Barnaul. Barnaul: Altay State University; 2017. p. 1054–1055. (In Russ.).
11. Soboleva EV, Sergacheva ES, Smertina ES, Fedyanina LN, Lyakh VA, Gladyshchuk OS. The use of honeysuckle (*Lonicera edulis*) extract in baking technology. Journal of International Academy of Refrigeration. 2018;(1):26–32. (In Russ.). <https://doi.org/10.17586/1606-4313-2018-17-1-26-32>.
12. Yakimlyuk TA, Kotov LA. The application fatality in the various branches of the national economy. Molodezh' i nauka [Youth and Science]. 2018;(4). (In Russ.).
13. Momot TV, Kushnerova NF. Justification of the choice of raw sources from far east flora for receiving the pharmaceutical preparations. Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2016;18(2):146–149. (In Russ.).
14. Rutts AV. Improvement of breeding technology for edible honeysuckle. Subtropical and Ornamental Horticulture. 2018;(64):132–136. (In Russ.).
15. Suchkova SA, Abzaltdenov TZ. Features of blue honeysuckle propagation by hardwood cuttings in the Tomsk region. Contemporary Horticulture. 2019;(2):105–110. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2019-10217>.
16. Matsneva OV, Tashmatova LV. Clonal micro-propagation of strawberries is a promising method of modern nursery practice (review). Contemporary Horticulture. 2019;(4):113–119. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2019-10411>.
17. Zapolsky YaS, Medvedeva TV, Natalchuk TA, Bublyk MO. Propagation of edible honeysuckle (*Lonicera edulis* Turcz) in *in vitro* conditions. Agricultural Science and Practice. 2018;5(2):18–26. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.02.018>.
18. Kutas E, Veyevnik A, Titok V, Ogorodnyk L. Morphogenesis of introduced varieties of *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn depending on composition of nutrient media. International Journal of Advanced Research in Biological Sciences. 2019;6(4):35–41. <https://doi.org/10.22192/ijarbs.2019.06.04.006>.
19. Kolbanova EV. Influence of fitohormones in the nutrient medium on the proliferation at the microplants of blue honeysuckle cultivars (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica*). Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological Series. 2020;65(1):88–97. (In Russ.). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2020-65-1-88-97>.
20. Markova MG, Somova EN. Improvement of clonal micropropagation of berry crops. Vestnik of the Kazan State Agrarian University. 2021;16(1):39–44. (In Russ.). <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-39-44>.
21. Yang Y, Asyakina LK, Babich OO, Dyshlyuk LS, Sukhikh SA, Popov AD, et al. Physicochemical properties and biological activity of extracts of dried biomass of callus and suspension cells and *in vitro* root cultures. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(3):480–492. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-3-480-492>.
22. Makarov SS, Kuznetsova IB. Influence of growth regulators on organogenesis of honeyberry when clonic micropropagation. Vestnik NGAU. 2018;49(4):36–42. (In Russ.). <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2018-49-4-36-42>.
23. Makarov SS, Kalashnikova EA, Rumyantseva EP. Productivity of edible honeysuckle depending on the technology of propagation. Vesting of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature Management. 2018;39(3):76–83. (In Russ.). <https://doi.org/10.15350/2306-2827.2018.3.76>.
24. Korenev IA, Tyak GV, Makarov SS. Creation of new varieties of forest berry plants and prospects of their intensive reproduction (*in vitro*). Forestry Information. 2019;(3):180–189. (In Russ.). <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2019.3.15>.