

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-55-60>
УДК 634.74:573.6

Т.И. Хоружева*, С.А. Боровая,
Н.Г. Богинская

ФГБНУ «Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»
692539, Россия, Приморский край,
г. Уссурийск, пос. Тимирязевский,
ул. Воложенина, 30.

*Автор для переписки:
horuzevatamara@gmail.com

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Т.И. Хоружева: проведение эксперимента, написание и редактирование рукописи, статистическая обработка данных. С.А. Боровая: концептуализация, методология, проведение эксперимента, написание и редактирование рукописи. Н.Г. Богинская: проведение эксперимента, статистическая обработка данных.

Для цитирования: Хоружева Т.И., Боровая С.А., Богинская Н.Г. Введение в культуру и микроклональное размножение жимолости съедобной *in vitro*. Овощи России. 2024;(1):55-60. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-55-60>

Поступила в редакцию: 31.10.2023

Принята к печати: 16.01.2024

Опубликована: 19.02.2024

Tamara I. Khoruzheva*, Svetlana A. Borovaya,
Natalya G. Boginskaya

Federal State Budget Scientific Institution
“Federal Scientific Center of Agricultural
Biotechnology of the
Far East named after A.K. Chaiki”
Volozhenina st., 30B, Timiryazevsky stl.,
Ussuriysk, Primorsky kray, 692539, Russia

* Corresponding Author:
horuzevatamara@gmail.com

Conflict of interest. Authors have conflicts of interest to declare.

Authors' contribution. T.I. Khoruzheva: conducting the experiment, writing and editing the manuscript, statistical data processing. S.A. Borovaya: conceptualization, methodology, experimentation, writing and editing the manuscript. N.G. Boginskaya: conducting the experiment, statistical data processing.

For citation: Khoruzheva T.I., Borovaya S.A., Boginskaya N.G. Establishing the *in vitro* culture of and micropropagating edible honeysuckle. Vegetable crops of Russia. 2024;(1):55-60. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-55-60>

Received: 31.10.2023

Accepted for publication: 16.01.2024

Published: 19.02.2024

Check for updates

Введение в культуру и микроклональное размножение жимолости съедобной *in vitro*



АННОТАЦИЯ

Жимолость съедобная – популярная плодово-ягодная культура. Её лечебные и профилактические свойства обусловлены наличием в плодах высокого содержания биологически активных веществ. В отличие от традиционных способов размножения жимолости, размножение *in vitro* позволяет получить большое количество качественного посадочного материала в короткие сроки.

Исследования проводили на базе лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки. Объект исследования – сорт жимолости Подарок амурчанам селекции Дальневосточного государственного аграрного университета. Стерилизация материала проводилась согласно методическим указаниям ВИР с модификациями. В качестве стерилизующих агентов использовали препараты в следующей последовательности: раствор ПАВ 5%, фунгицид Фундазол, КЭ (1 г/л), свежеприготовленный бытовой отбеливатель ACE, разбавленный дистиллированной водой в соотношении 1:9 (0,50% содержание NaOCl в рабочем растворе), 70% этиanol. Первичные экспланты пассировали на питательную среду с минеральной основой по Мурасиге-Скуга, содержащую 20 г/л сахарозы и 6 г/л agar (далее – MS), дополненную 6-бензиламино-пурином (БАП) в концентрации 0,5 мг/л. pH среды доводили до 5,7-5,8 с помощью 1 н KOH. Субкультивирование эксплантов в виде микрочеренков с 1-2 междуузлиями осуществляли на питательную среду MS, дополненную БАП 0,5 мг/л. Морфометрические показатели определяли на 35-е сутки культивирования растений.

Исследование показало, что стерилизации эксплантов с использованием фундазола 1 г/л и ACE, разбавленным дистиллированной водой в соотношении 1:9, позволяет получить достаточное количество жизнеспособных микроклонов (50%). Удаление листовых пластинок при проведении микрочеренкования жимолости приводит к резкому снижению приживаемости и, в большинстве случаев, – к гибели микроклонов (процент гибели 98,7%). Культивирование микрочеренков на MS, дополненной БАП в концентрации 0,5 мг/л, способствует нормальному росту и развитию регенерантов жимолости (среднее значение коэффициента размножения 4,65).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

жимолость, микроклональное размножение, *in vitro*, морфометрические показатели, *Fusarium sp.*

Establishing the *in vitro* culture of and micropropagating edible honeysuckle

ABSTRACT

Edible honeysuckle is a popular fruit crop. Its therapeutic and health-promoting effects are attributed to a high content of bioactive compounds in the fruits. Unlike the traditional plant multiplication methods, the *in vitro* propagation allows scientists to obtain high-quality planting material of honeysuckle in a great quantity and within a short time.

The research was carried out at the Laboratory of Breeding and Genetic Research on Field Crops of the Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaiki. Honeysuckle variety Podarok amurchanam created by the Far Eastern State Agrarian University was used as the research object. The research materials were sterilized according to the methodology of N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources with some modifications. Several products were used as chemical agents for sterilization in the following sequence: a 5% solution of surfactants, fungicide Fundazol, EC (1 g/l), the bleaching agent ACE freshly diluted with distilled water in the proportion 1:9 (0.50% of NaOCl in the working solution), and 70% ethanol. The primary explants were cultured on an MS containing 20 g/l sucrose and 6 g/l agar (hereafter – MS) and supplemented with 6-benzylaminopurine (BA) at a concentration of 0.5 mg/l. The pH of the medium was adjusted to 5.7-5.8 using 1N KOH. The explants (microcuttings with one-two internodes) were subcultured on an MS supplemented with BA (0.5 mg/l). The morphometric parameters of the plants were measured on the 35th day of cultivation. The sterilization of the explants with Fundazol (1 g/l) and the ACE diluted with distilled water in the proportion 1:9 allowed us to obtain a high number of viable microclones (50%). The elimination of leaves from the honeysuckle microcuttings drastically decreased the survival rate and led to the death of the microclones in most cases (the mortality rate was 98.7 %). Subculturing the microcuttings on the MS supplemented with BA at a concentration of 0.5 mg/l facilitated the normal growth and development of the regenerated honeysuckle plants (the average reproduction rate was 4.65).

KEYWORDS:

honeysuckle, micropropagation, *in vitro*, morphometric parameters, *Fusarium sp.*

Введение

Pод Жимолость (*Lonicera*) семейства Жимолостные (Caprifoliaceae) включает около 200 видов, распространенных преимущественно в районах с умеренным климатом [1, 2]. Жимолость съедобная (*Lonicera edulis*) произрастает в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, а также в Корее и Китае. Это популярная плодово-ягодная культура с высоким содержанием биологически активных веществ в плодах. Размножение *in vitro*, в отличие от традиционных способов размножения жимолости, позволяет получить большое количество качественного посадочного материала в короткие сроки. По данным Н.А. Семеновой (2016) [3], одна введенная в культуру меристема *L. edulis* продуцирует более тысячи растений в год. Растения жимолости, полученные методом культуры тканей, успешно черенкуются. Как правило, процент укоренения таких черенков близок к 100% [4].

Процесс микроклонального размножения растений начинается с этапа введения в культуру *in vitro* путем изолирования и стерилизации первичного растительного материала. Это наиболее трудоемкий и затратный процесс, при этом необходимо учитывать сезонность физиологического развития растений [3]. Наиболее эффективен способ введения в культуру *L. edulis* в фазе выхода из состояния покоя (февраль-апрель), при котором с зимующих растений нарезают черенки и помещают их в светокамеры в сосуды с водой. Отрастающие узлы зеленых однолетних побегов, микрочеренки длиной 15-20 мм, верхушечные и пазушные почки, а также апексы побегов используют для получения первичных эксплантов [5-11].

Отделение экспланта от маточного растения и последующая его стерилизация являются для него двойным стрессом. Поэтому развитие экспланта и начало его быстрой регенерации зависит не только от вида растения и стерилизующего агента, но и от общей методики данного процесса. Обычно стерилизация начинается с промывки эксплантов раствором ПАВ и проточной водой. В дальнейшем поэтапно используют различные фунгициды и стерилизаторы. В качестве стерилизаторов применяют ртутьсодержащие препараты [9-13], растворы гипохлорита натрия или кальция [11-18] и перекиси водорода [19]. При этом нужно отметить, что использование ртутьсодержащих препаратов увеличивает степень стерильности эксплантов, но угнетает их последующее развитие [12, 20, 21]. Для клonalного микроразмножения жимолости в основном используют среду Мурасиге и Скуга с добавлением фитогормонов, обычно 0,5-2 мг/л БАП, иногда дополнительно вводят 0,1-0,2 мг/л ИМК [8, 13, 17, 22]. Имеются также работы по успешному культивированию жимолости на других средах. [14, 15, 19].

У разных видов и сортов жимолости существуют значительные видовые и сортовые различия по отношению к факторам культивирования *in vitro*, и эффективность процесса зависит в том числе и от генотипа растений, о чем указывается в работах многих авторов [10, 11, 13, 18, 23-26]. В связи с этим введение в культуру *in vitro* ранее не изученных сортов жимолости является актуальным направлением исследований.

Цель исследований: получение асептической культуры жимолости съедобной сорта Подарок амурчанам *in vitro* и исследование её регенерационной способности.

Задачи:

1. Изучить эффективность применения стерилизующих агентов (фунгицид фундазол 1 г/л + раствор бытового отбеливателя ACE (0,50% содержание гипохлорита натрия)) на этапе введения жимолости в культуру *in vitro*.
2. Исследовать морфометрические показатели регенерантов жимолости.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили на базе лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки.

Исходный растительный материал – сорт жимолости Подарок амурчанам селекции Дальневосточного государственного аграрного университета. Включен в Государственный реестр селекционных достижений в 2015 году, и допущен к использованию во всех регионах РФ [27]. Сорт среднепозднего срока созревания, столового назначения, зимостойкий, устойчивый к засухе. Вкус ягод сладко-кислый с горчинкой, освежающий. В них содержится сахара – 7,9 %, витамина С – 81,7 мг/>. Средняя урожайность – 66,6 ц/га.

Получение асептической культуры. Черенки жимолости длиной 30-35 см, нарезанные в фазу цветения, после удаления листьев промывались мыльным раствором и проточной водопроводной водой. В качестве первичных эксплантов использовали неодревесневшие зеленые микрочеренки длиной 10-15 мм с 1-2 междоузлиями. Стерилизация материала проводилась согласно методических указаний ВИР с модификациями (добавление этапов обработки фунгицидом и 70% этианолом) [28]. Экспланты помещали в колбы с раствором ПАВ 5%, встряхивали на шейкере 20 минут и затем промывали проточной водопроводной водой 20 минут. Дальнейшая схема стерилизации включала: фунгицид Беномил (Фундазол), СП (500 г/кг, 1 г/л) (Союзагрохим, АХП, Россия) (15 минут); свежеприготовленный бытовой отбеливатель ACE (ООО «Проктер энд Гэмбл-Новомосковск», г. Новомосковск, Россия) разбавленный дистиллированной водой в соотношении 1:9 (0,50% содержание NaOCl в рабочем растворе) (20 минут); 70% этианол (1-2 секунды) и промывка автоклавированной дистиллированной водой 3 раза по 5 мин в каждой сменной порции. Две последние операции проводили в стерильных условиях ламинар-бокса. Первичные экспланты пассировали на питательную среду с минеральной основой по Мурасиге-Скуга [29], содержащую 20 г/л сахарозы и 6 г/л агара (далее – МС), дополненную 6-бензиламинопурином (БАП) в концентрации 0,5 мг/л. pH среды доводили до 5,7-5,8 с помощью 1 н КОН. Изолированные *in vitro* объекты культивировались в стеклянных емкостях объемом 250 мл, температуре 22-25°C, при освещенности 4 тыс. лк, в условиях культуральной комнаты. Стеллажи были укомплектованы лампами для выращивания растений Quantum line ver. 1 (lm281b + pro 3000K + SMD 5050, 660 нм) (Samsung, Япония). Постоянная температура

поддерживалась сплит-системой Rovex RS-07MST1 / RS-07MST1 Aux Air, Китай). Аэрацию как элемент микроклимата обеспечивал аэратор AceLine TFSL-6 (Китай). Уровень влажности контролировали с помощью POLARIS PUH 9105 IQ (Китай), при $16\pm1,25$ ч. световом дне [30]. Учет общего количества стерильных эксплантов проводили через три недели культивирования. Эффективность стерилизации рассчитывали по отношению количества неинфицированных эксплантов (n) к числу эксплантов, введенных в культуру *in vitro* (N) в процентах:

$$P = \frac{n}{N} \times 100$$

По окончании культивирования на 40-е сутки оценивали жизнеспособность эксплантов по соотношению живых эксплантов к общему количеству введенных в культуру.

Микроразмножение и учет морфометрических показателей. Субкультивирование эксплантов в виде микрочеренков с 1-2 междуузлиями осуществляли на свежую питательную среду МС, дополненную БАП 0,5 мг/л. Морфометрические показатели определяли на 35-е сутки культивирования растений. Учитывали количество боковых побегов, высоту растения, количество

редь зависит от эффективности процесса получения асептической культуры. В результате проведенных исследований установлено, что из 42 обработанных стерилизующими агентами эксплантов непораженными инфекцией остались 24 микрочеренков, а активно регенерирующих – 20 микрочеренков. Анализ инфицированного материала показал, что при введении в культуру *in vitro* жимолость поражается преимущественно грибами рода *Fusarium* (рис. 1). В итоге эффективность стерилизации с поэтапным использованием Фундазола, КЭ (1 г/л) и ACE, разбавленного дистиллированной водой в соотношении 1:9, составила 57,1%. Жизнеспособность введенных в культуру эксплантов оказалась на уровне 50,0%.

Инициированные к росту экспланты помещали на свежую питательную среду для микроклонального размножения. Последующие субкультивирования проводили микрочеренками (рис. 2) с интервалом 35-40 суток. Также нами было выявлено, что удаление листовых пластинок при проведении микрочеренкования жимолости приводит к резкому снижению приживаемости и, в большинстве случаев, – к гибели микр клонов (процент гибели 98,7%), при этом увеличиваются затраты времени на проведение данного процесса.

Исследование морфометрических показателей микrorастений жимолости на 35-е сутки культивирования

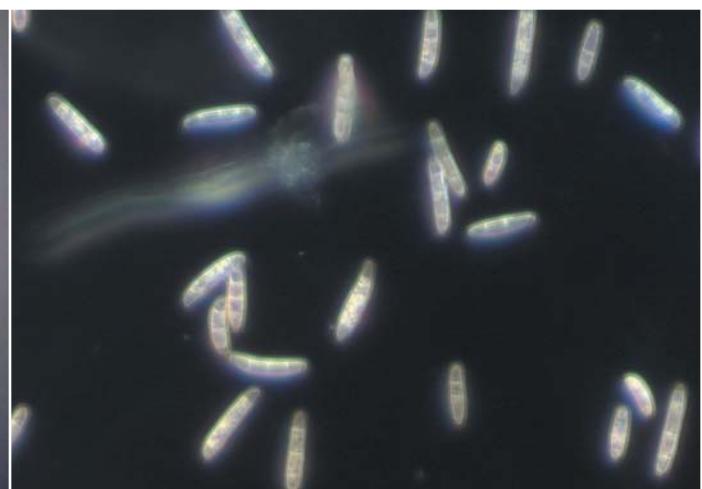


Рис. 1. Инфицированные грибами *p. Fusarium* первичные экспланты жимолости (слева) и макроконидии *Fusarium*, 100x и 400x Axiolab 5 (Carl Zeiss) (справа)
Fig. 1. Primary honeysuckle explants infected by *p. Fusarium* (left) and the *Fusarium* macroconidia, 100x and 400x Axiolab 5 (Carl Zeiss) (right)

междуузлий более 4 мм, количество, длину и ширину листьев. Коэффициент размножения рассчитывался как количество черенков длиной 10-15 мм, полученных с одного микрорастения после этапа пролиферации. Приготовление и стерилизация бокса, посуды, инструментов проводились по общепринятым методикам [31].

Статистическую обработку проводили в программе PAST v. 4.03 (PAleaeontological Statistics, Норвегия, версия программы 4.03) [32].

Исследования проводились в 2022 году, количество итераций эксперимента – 5.

Результаты исследования и их обсуждение

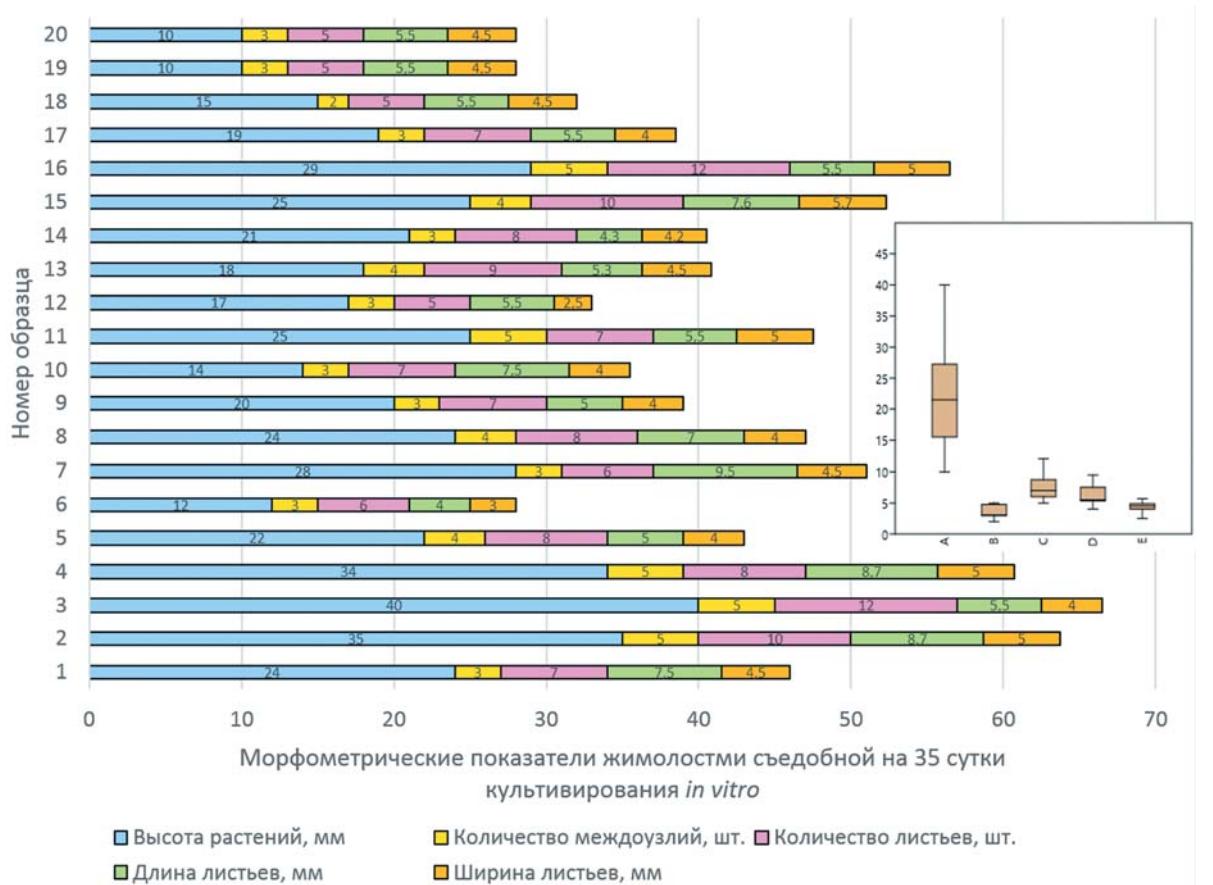
Успешное культивирование и микроклональное размножение растений в условиях *in vitro* в первую оче-

in vitro показало, что средняя длина побегов достигла 22,1 мм, варьируя от 10 до 40 мм (рис. 2, 3). Близкие результаты получены в исследованиях С.С. Макарова и др. [31], которые на среде МС, обогащенной БАП 0,5 мг/л, наблюдали среднюю длину побегов жимолости сорта Морена в пределах 17 мм. Известно, что при добавлении цитокинина в питательную среду снимается апикальное доминирование, при этом стимулируется развитие боковых побегов [33]. В наших опытах микрорастения жимолости образовывали дополнительно от 1 до 3 микропобегов, в среднем 2,0 шт. Такие показатели, как количество, длина и ширина листьев микрорастений жимолости также варьировали в довольно широком диапазоне, в среднем составив 7,6 шт., 6,2 мм и 4,3 мм соответственно.

Коэффициент размножения растений при микро-



Рис. 2. Микроклоны жимолости на 1-е (слева) и 35-е (справа) сутки культивирования *in vitro*
Fig. 2. Honeysuckle microclones on the 1st (left) and 35th (right) day of cultivation *in vitro*



Статистический показатель	Длина побега, мм (A)	Количество междуузлий, шт. (B)	Количество листьев, шт. (C)	Длина листьев, мм (D)	Ширина листьев, мм (E)
MEAN	22,1	3,7	7,6	6,2	4,3
SD	1,9	0,2	0,5	0,3	0,2
MIN	10,0	2,0	5,0	4,0	2,5
MAX	40,0	5,0	12,0	9,5	5,7
25th%	15,5	3,0	6,0	5,4	4,0
75th%	27,3	4,75	8,8	7,5	4,9
V, %	37,5	25,6	28,1	24,9	16,5

Рис. 3. Морфометрические показатели жимолости на 35-е сутки культивирования *in vitro* (средние показатели 7 пассажей)
Fig. 3. Morphometric parameters of honeysuckle on the 35th day of cultivation *in vitro* (averages of 7 passages)



Рис. 4. Регенеранты жимолости сорта Подарок амурчанам
Fig. 4. Regenerated honeysuckle plants of variety Podarok amurchanam

размножении зависит от количества и длины междуузлий на побегах, оптимальная длина которых должна достигать 4-10 мм [3]. По нашим данным, количество междуузлий (более 4 мм) колебалось в пределах 2-5 шт., в среднем 3,7 шт. При этом средний коэффициент размножения составил $4,65 \pm 0,025$.

При дальнейшем микроклонировании было проведено 7 пассажей и получено достаточное количество

микрорастений жимолости (250 шт.) (рис. 4), что позволило перейти к следующему этапу работы – укоренению черенков в питательной среде для ризогенеза.

Выводы

1. Эффективность стерилизации микрочеренков жимолости сорта Подарок амурчанам с поэтапным использованием Фундазола, КЭ (1 г/л) и АСЕ, разбавленного дистиллированной водой в соотношении 1 : 9, составила 57,1%. При этом жизнеспособность введенных в культуру эксплантов оказалась на уровне 50,0%.

2. Удаление листовых пластинок при проведении микрочеренкования жимолости приводит к резкому снижению приживаемости и, в большинстве случаев, – к гибели микроклонов (процент гибели 98,7%), при этом увеличиваются затраты времени на проведение данного процесса.

3. Культивирование микрочеренков на питательной среде с минеральной основой по Мурасиге-Скуга, дополненной бензиламинопурином (БАП) в концентрации 0,5 мг/л, способствует нормальному росту и развитию регенерантов жимолости. На 35-е сутки культивирования высота растений достигла 10-40 см (среднем 22,1 мм), количество боковых побегов и количество междуузлий составило 1-3 шт. (в среднем 2,0 шт.) и 2-5 шт. (в среднем 3,7 шт.) соответственно, среднее значение коэффициента размножения – 4,65.

• Литература

- Svarcova I., Heinrich J., Valentova K. Berry fruits as a source of biologically active compounds: The case of *Lonicera caerulea*. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2007;151(2):163-74. DOI: 10.5507/bp.2007.031.
- Miyashita T., Ohashi T., Shibata F., Araki H., Hoshino Y. Plant regeneration with maintenance of the endosperm ploidy level by endosperm culture in *Lonicera caerulea* var *emphyllocalyx*. *Plant Cell Tiss Org.* 2009;(98):291-301.
- Семенова Н.А. Совершенствование технологии размножения *in vitro*, условий адаптации и доращивания жимолости съедобной: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2016. 18 с.
- Шипунова А.А. Микроклональное размножение малины и жимолости. *Плодоводство и ягодоводство России.* 2009;22(2):381-384. EDN KXWPDB.
- Высоцкий В.А. Морфогенез и клональное микроразмножение растений. *Культура клеток растений и биотехнология.* М., 1986. С. 91-102.
- Куклина А.Г., Семерикова Е.А. Возможности размножения перспективных сортов жимолости синей. *Актуальные проблемы садоводства России и пути их решения.* 2007. С.163-164.
- Муратова С.А., Янковская М.Б., Шорников Д.Г. Особенности введения в культуру *in vitro* плодовых и ягодных растений. *Плодоводство. Ин-т плодоводства Нац. акад. наук Беларусь. Самохваловичи.* 2005;17(2):182-185.
- Сорокин А.А. Размножение жимолости в культуре *in vitro*. Состояние и перспективы развития нетрадиционных садовых культур: материалы междунар. науч.-метод. конф. 12-14 авг. 2003 г., Мичуринск. Воронеж: Квarta, 2003. С. 119-124.
- Макаров С.С., Кузнецова И.Б., Смирнов В.С. Влияние способов стерилизации и типов эксплантов жимолости синей на их жизнеспособность в условиях *in vitro*. *Лесохозяйственная информация.* 2018;(2):96-101. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2018.2.10. EDN XQFWKT.
- Китабаева А.А., Шарипханова А.С., Игисина Ж.Т., Карменова Б.К., Кабатаева Ж.К. Введение в культуру *in vitro* и микроклональное размножение двух видов жимолости. *Science and world.* 2017;9-2(49):16-18. EDN NXSLXX.
- Krupa-Makiewicz M., Ochmian I. Propagation of Blue Honeysuckles (*Lonicera caerulea* L.) in *In Vitro* Culture. *Journal of Basic & Applied Sciences.* 2014;(10):164-169.
- Dziedzic E. Propagation of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *kamtschatca* Pojark.) in *in vitro* culture. *J. Fruit and Ornamental Plant Res.* 2008;(16):93-100.
- Sedlák J., Paprštein F. *In vitro* propagation of blue honeysuckle. *Hort. Sci. (PRAGUE).* 2007;(34):129-131.
- Mihaljevic I., Tomas V., Vukovic D., Dugalic K. Propagation of three Blue Honeysuckle (*L. caerulea*) cultivars in *in vitro* culture. *Pomologija croatica.* 2019;(23):41-48.
- Osburn L.D., Yang X., Li Y., Cheng Z-M. Micropagation of Japanese Honeysuckle (*Lonicera japonica*) and Amur Honeysuckle (*L. maackii*) by Shoot Tip Culture. *Journal of Environmental Horticulture.* 2009;(27):195-199.
- Fira A., Clapa D., Cristea V., Plopă C. *In vitro* propagation of *Lonicera kamtschatica*. *Agriculture - Science and Practice.* 2014;1-2(89-90):90-99.
- Orlova N.D., Molkanova O.I., Koroleva O.V. Improvement of clonal micropagation technique of promising *Lonicera caerulea* L. cultivars. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.* 2021;941(1):012030. DOI:10.1088/1755-1315/941/1/012030.
- Karhu S.T. Axillary shoot proliferation of blue honeysuckle. *Plant Cell, Tissue and Organ Cult.* 1997;(48):195-201. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1005842022064>
- Маркова М.Г., Сомова Е.Н. Оптимизация этапа введения в культуру ткани в клональном микроразмножении жимолости синей. *Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки.* 2016;2(37):30-35. EDN WNCRHN.
- Муратова С.А., Янковская М.Б., Шорников Д.Г., Особенности введения в культуру *in vitro* плодовых и ягодных растений. *Плодоводство: Ин-т плодоводства Нац. акад. наук Беларусь. Самохваловичи.* 2005;17(2):182-185.
- Zapolsky Ya.S., Medvedeva T.V., Natalchuk T.A., Bublyk M.O. Propagation of edible honeysuckle (*Lonicera edulis turcz*) in *in vitro* conditions. *Agricultural science and practice.* 2018;5(2):18-26.
- Матушкина О.В., Пронина И.Н. Клональное микроразмножение плодовых и ягодных культур в системе производства высококачественного посадочного материала. *Научные основы эффективного садоводства: Труды ВНИИС им. И.В. Мичурина.* Воронеж: Квarta, 2006. С. 327-342.
- Шорников Д.Г., Брохина С.А., Муратова С.А. [и др.] Оптимизация условий культивирования *in vitro* ягодных и декоративных культур. *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки.* 2010;15(2):640-645. EDN MSOGXL.
- Georges D., Chenieux J.C., Ochatt S.J. Plant regeneration from aged-callus of the woody ornamental species *Lonicera japonica* cv. Hall's Prolific. *Plant Cell Rep.* 1993;(13):91-94.
- Cambechedes J., Duron M., Decourtey L. Adventitious bud regeneration from leaf explants of the shrubby ornamental honeysuckle, *Lonicera nitida* Wils cv. Maigrün: effects of thidiazuron and 2,3,5-triodobenzoic acid. *Plant Cell Rep.* 1991;(10):471-474.
- Ochatt S.J. Requirements for plant regeneration from protoplasts of the shrubby ornamental honeysuckle, *Lonicera nitida* cv. Maigrün. *Plant Cell, Tissue Organ Cult.* 1991;(25):161-167.
- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагромтех», 2022. С. 646.
- Дунаева С.Е., Пендинен Г.И., Антонова О.Ю., Швачко Н.А., Ухатова Ю.В., Шувалова Л.Е., Волкова Н.Н., Гавриленко Т.А. Сохранение вегетативно размножаемых культур в *in vitro* и крио коллекциях: метод. указания. 2-е изд, расширенное и доп. Спб., 2017. С 71.

29. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 1962;(15):473-497. DOI 10.1098/rstb.2000.0713.
30. Мацишина Н.В., Фисенко П.В., Ермак М.В., Собко О.А., Волков Д.И., Балеевских А.Г. Пища как фактор плодовитости, продолжительности развития и изменения морфометрических показателей у *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky). *Овощи России.* 2021;(5):81-88. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-81-88>. EDN ZWRISM.
31. Авксентьева О.А., Петренко В.А. Биотехнология высших растений: культура *in vitro*: учеб.-метод. пособие. Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2011. 60 с.
32. Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica.* 2001;4(1):1-9. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf (accessed: 10.01.2024).
33. Макаров С.С., Калашникова Е.А. Влияние состава питательной среды на клonalное микроразмножение жимолости съедобной. *Плодово-ягодоводство России.* 2017;(49):217-222. EDN YZJZPL
- References
- Svarcova I., Heinrich J., Valentova K. Berry fruits as a source of biologically active compounds: The case of *Lonicera caerulea*. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2007;151(2):163-74. DOI: 10.5507/bp.2007.031.
 - Miyashita T., Ohashi T., Shibata F., Araki H., Hoshino Y. Plant regeneration with maintenance of the endosperm ploidy level by endosperm culture in *Lonicera caerulea* var *emphyllocalyx*. *Plant Cell Tiss Org.* 2009;(98):291-301.
 - Semenova N.A. Improving *in vitro* technologies of propagation and the conditions for the adaptation and growing of edible honeysuckle: abstract of a thesis for the degree of the Candidate of Agricultural Sciences. Moscow, 2016. 18 pp. (In Russ.)
 - Shipunova A.A. Micropropagation of raspberry and honeysuckle. *Pomiculture and small fruits culture in Russia.* 2009;22(2):381-384. EDN KXWPDB. (In Russ.)
 - Vysotskii V.A. Cell culture of plants and biotechnology. Moscow, 1986; 91-102. (In Russ.)
 - Kuklina A.G., Semerikova E.A. Opportunities for propagating promising varieties of *Lonicera caerulea*. *Topical issues of horticulture in Russia and solutions.* 2007;163-164. (In Russ.)
 - Muratova S.A., Yankovskaya M.B., Shornikov D.G. Characteristics of the establishment of the *in vitro* culture of fruit and berry plants. *Fruit growing : the Institute of Fruit Growing, the National Academy of Sciences of Belarus. Samokhvalovich.* 2005;17(2):182-185. (In Russ.)
 - Sorokin A.A. Propagation of honeysuckle *in vitro*. The state and prospects of the development of non-traditional horticultural crops: the proceedings of the International Scientific Conference. 12-14 August 2003, Michurinsk. Voronezh: Kvarta, 2003. P. 119-124. (In Russ.)
 - Makarov S.S., Kuznetsova I.B., Smirnov V.S. Influence of sterilization methods and types of blue honeysuckle explants on their viability under *in vitro* conditions. *Forestry information.* 2018;(2):96-101. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2018.2.10. EDN XQFWKT. (In Russ.)
 - Kitapbaeva A.A., Sharipkhanova A.S., Igisina Zh.T., Karmenova B.K., Kabataeva Zh.K. *In vitro* introduction and micropropagation of two honeysuckle species. *Science and world.* 2017;9-2(49):16-18. EDN NXSLXX. (In Russ.)
 - Krupa-Makiewicz M., Ochmian I. Propagation of Blue Honeysuckles (*Lonicera caerulea* L.) in *In Vitro* Culture. *Journal of Basic & Applied Sciences.* 2014;(10):164-169.
 - Dziedzic E. Propagation of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *camtschatica* Pojark.) in *in vitro* culture. *J. Fruit and Ornamental Plant Res.* 2008;(16):93-100.
 - Sedlák J., Paprštein F. In vitro propagation of blue honeysuckle. *Hort. Sci. (PRAGUE).* 2007;(34):129-131.
 - Mihaljevic I., Tomas V., Vukovic D., Dugalic K. Propagation of three Blue Honeysuckle (*L. caerulea*) cultivars in *in vitro* culture. *Pomologija croatica.* 2019;(23):41-48.
 - Osburn L.D., Yang X., Li Y., Cheng Z-M. Micropropagation of Japanese Honeysuckle (*Lonicera japonica*) and Amur Honeysuckle (*L. maackii*) by Shoot Tip Culture. *Journal of Environmental Horticulture.* 2009;(27):195-199.
 - Fira A., Clapa D., Cristea V., Plopă C. *In vitro* propagation of *Lonicera kamtschatica*. *Agriculture - Science and Practice.* 2014;1-2(89-90):90-99.
 - Orlova N.D., Molkanova O.I., Koroleva O.V. Improvement of clonal micropropagation technique of promising *Lonicera caerulea* L. cultivars. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.* 2021;941(1):012030. DOI:10.1088/1755-1315/941/1/012030.
 - Karhu S.T. Axillary shoot proliferation of blue honeysuckle. *Plant Cell, Tissue and Organ Cult.* 1997;(48):195-201. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1005842022064>
 - Markova M. G., Somova E. N. Optimization of the stage of administering in tissue culture in the clonal micropropagation of blue honeysuckle. *Vestnik of Mari State University. Chapter: Agriculture. Economics.* 2016;2(3)(7):30-35. EDN WNCRHN. (In Russ.)
 - Muratova S.A., Yankovskaya M.B., Shornikov D.G. Characteristics of the establishment of the *in vitro* culture of fruit and berry plants. *Fruit growing : the Institute of Fruit Growing, the National Academy of Sciences of Belarus. Samokhvalovich.* 2005;17(2):182-185. (In Russ.)
 - Zapol'sky Ya.S., Medvedeva T.V., Natalchuk T.A., Bublyk M.O. Propagation of edible honeysuckle (*Lonicera edulis* turcz) in *in vitro* conditions. *Agricultural science and practice.* 2018;5(2):18-26.
 - Matushkina O.V., I.N. Pronina. Micropropagation of fruit and berry crops in the production of high quality planting material. Scientific basis of efficient horticulture : scientific papers of the National Scientific Research Institute of Horticulture named after I.V. Michurin. Voronezh: Kvarta, 2006. P. 327-342. (In Russ.)
 - Shornikov D.G., Bryukhina S.A., Muratova S.A., Yankovskaya M.B., Papikhin R.V. *In vitro* conditions improvement for berry and ornamental plants micropropagation. *Bulletin of Tambov University. Series: Natural and technical sciences.* 2010;15(2):640-645. EDN MSOGXL. (In Russ.)
 - Georges D., Chemineux J.C., Ochatt S.J. Plant regeneration from aged-callus of the woody ornamental species *Lonicera japonica* cv. Hall's Prolific. *Plant Cell Rep.* 1993;(13):91-94.
 - Cambechedes J., Duron M., Decourtey L. Adventitious bud regeneration from leaf explants of the shrubby ornamental honeysuckle, *Lonicera nitida* Wils cv. Maigrün: effects of thidiazuron and 2,3,5-triodobenzoic acid. *Plant Cell Rep.* 1991;(10):471-474.
 - Ochatt S.J. Requirements for plant regeneration from protoplasts of the shrubby ornamental honeysuckle, *Lonicera nitida* cv. Maigrün. *Plant Cell, Tissue Organ Cult.* 1991;(25):161-167
 - State register of breeding achievements admitted to use. Vol. 1. "Plant varieties". Moscow: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2022. p. 646. (In Russ.)
 - Dunaeva S.E., Pendinen G.I., Antonova O.YU., Shvachko N.A., Ukhvatova YU.V., Shuvalova L.E., Volkova N.N., Gavrilenko T.A. Preserving vegetatively propagated crops in cryo- and *in vitro* collections. 2nd ed. Saint Petersburg, 2017. p 71. (In Russ.)
 - Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 1962;(15):473-497. DOI 10.1098/rstb.2000.0713.
 - Matsishina N.V., Fisenko P.V., Ermak M.V., Sobko O.A., Volkov D.I., Baleevskih A.G. Food as a factor of fertility, development duration, and changes in morphometric parameters in *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky). *Vegetable crops of Russia.* 2021;(5):81-88. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-81-88>. EDN ZWRISM
 - Avksent'eva O. A., Petrenko V. A. Biotechnology of vascular plants : *in vitro* culture : study guide. Khar'kov: KHNU im. V. N. Karazina, 2011. 60 p. (In Russ.)
 - Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica.* 2001;4(1):1-9. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf (accessed: 10.01.2024).
 - Makarov S.S., Kalashnikova E.A. Influence of nutrient medium composition on clonal micropropagation of honeysuckle edible. *Pomiculture and small fruits culture in Russia.* 2017;(49):217-222. EDN YZJZPL. (In Russ.)

Об авторах:

Тамара Ивановна Хоружева – младший научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, автор для переписки, horuzevamara@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0140-394X>

Светлана Александровна Боровая – научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, borovayasvetva@mail.ru,

<https://orcid.org/0000-0002-7440-5129>, Scopus Author ID: 57204034528, SPIN-код: 1789-9633

Наталья Геннадьевна Богинская – младший научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, boginskaia98@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8844-8616>, SPIN-код: 2265-0465

About the Authors:

Tamara I. Khoruzheva – Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Genetic Research on Field Crops, Correspondence Author, horuzevamara@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0140-394X>

Svetlana A. Borovaya – Researcher, Laboratory of Breeding and Genetic Research on Field Crops, borovayasvetva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7440-5129>, Scopus Author ID: 57204034528

Natalya G. Boginskaya – Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Genetic Research on Field Crops, boginskaia98@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8844-8616>