

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ *LONICERA CAERULEA* L.

Н.Д. Орлова✉, Е.Н. Раева-Богословская, О.И. Молканова

ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук» (ГБС РАН), 127276, Москва, Ботаническая ул., д. 4

irosvet96@mail.ru

Рассмотрены вопросы оптимизации методики клонального микроразмножения ценных сортов *Lonicera caerulea* L. Установлено влияние различных компонентов питательной среды на всех этапах культивирования в условиях in vitro. Наибольший коэффициент размножения у сортов Диана и Югана отмечен при добавлении глюкозы в концентрации 40 г/л и добавлении сахарозы в концентрации 20 г/л. Определен наибольший процент укоренения у сортов Югана на питательной среде с индолмасляной кислотой (99 %) и у сорта Гжелка — с индолликусусной кислотой (96 %). Выявлено положительное влияние 200 мг/л хелата железа (Fe(III)-EDDHA) в составе питательной среды на процент корнеобразования сорта Диана — 81 %. Сделан вывод о том, что для сорта Югана (укореняемость 76 %) предпочтительно использование питательной среды с добавлением хелата железа Fe(III)-EDTA в концентрации 73,4 мг/л.

**Ключевые слова:** *Lonicera caerulea*, in vitro, питательная среда, источники углеводов, источники железа

**Ссылка для цитирования:** Орлова Н.Д., Раева-Богословская Е.Н., Молканова О.И. Совершенствование методики клонального микроразмножения перспективных сортов *Lonicera caerulea* L. // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2022. Т. 26. № 3. С. 85–92. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-3-85-92

Род *Lonicera* L. относится к семейству Caprifoliaceae Juss. и включает в себя около 200 видов, распространенных преимущественно в Северном полушарии в районах с умеренным климатом. Жимолость представляет собой листопадный кустарник высотой до 2,5 м со съедобными синими плодами [1].

Ареал произрастания жимолости простирается от Средней Азии до Дальнего Востока. Кустарник встречается в низовьях рек, на опушках хвойных лесов, на равнинах и в горной местности [2]. Растение неприхотливо к условиям роста, является одной из скороплодных и раннеплодоносящих культур. Период плодоношения может наступать на второй год после посадки и длится более 30 лет [3–5].

Для плодов жимолости характерно большое количество биологически активных веществ, макро- и микроэлементов. Процентное содержание на сырую массу ягод жимолости составляет 11,6...14,7 % сухих веществ, 2,9...5,2 % сахаров и 1,1...1,45 % пектиновых веществ. В биохимический состав ягод жимолости входят витамин С (до 27,4 мг/100 г), витамин Р (до 1956 мг/100 г), провитамин А (до 0,32 мг/100 г), витамин В<sub>1</sub> (до 3,8 мг/100 г), В<sub>2</sub> (до 3,8 мг/100 г), В<sub>9</sub> (до 10 мг/100 г) [6, 7]. Жимолость занимает первое место среди ягодных культур по содержанию магния (21,7 мг/100 г) и натрия (35,2 мг/100 г),

по наличию калия (70,3 мг/100 г) уступает лишь бруснике. Кроме того, в состав плодов входят: марганец, медь, кремний, йод, алюминий, стронций и барий [8, 9].

Плоды жимолости используют не только в свежем виде, но и в производстве таких пищевых продуктов, как соки, кисели, компоты, варенья, джемы. Из древесины жимолости изготавливают различные элементы декора [1]. Употребление ягод этой культуры снижает негативное воздействие ультрафиолетового излучения, уменьшает риски развития сахарного диабета и нейродегенеративных заболеваний, оказывает гепато- и кардиопротекторное, а также антибактериальное действия [10].

Спрос крупных садоводческих фирм и мелких фермерских хозяйств на плоды и посадочный материал этой культуры стремительно увеличивается. Производство посадочного материала жимолости такими вегетативными методами, как размножение отводками, зелеными и одревесневшими черенками, является малоэффективным и, в отличие от клонального микроразмножения, не позволяет получать большое количество выравненных саженцев за короткий промежуток времени.

Многие научные учреждения разрабатывали протоколы по клональному микроразмножению некоторых представителей рода *Lonicera* [11–14]. Однако, вследствие сортоспецифической реакции жимолости на различные факторы в условиях

### Ассортимент коллекции *L. caerulea* в генетическом банке *in vitro* лаборатории биотехнологии растений ГБС РАН

Assortment of the *L. caerulea* collection in the *in vitro* gene bank of the Plant Biotechnology Laboratory of the GBS RAS

Селекционный центр	Сорт
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»	Длинноплодная, Гжелка
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук	Московская 23, Фортуна
Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий	Камчадалка, Бакчарский Великан, Золушка, Галочка
Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова	Волхова, Ленинградский Великан, Морена, Соловей, Лебедушка
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ФНЦ им. И.В. Мичурина»	Антошка, Голубой Десерт, Ляня, Диана, Памяти Куминова, Княгиня, Вечный Зов
Областное государственное унитарное предприятие «Бакчарское»	Восторг, Гордость Бакчара, Югана
Университет Саскачевана (Канада)	Indigo Jem, Aurora, Boreal Beauty, Boreal Blizzard

*in vitro*, их не всегда можно применять для масштабного производства посадочного материала этой культуры [15].

#### Цель работы

Цель работы — совершенствование технологии клонального микроразмножения перспективных сортов *L. caerulea* для получения большого количества генетически однородных растений.

#### Материалы и методы

Исследования были проведены в лаборатории биотехнологии растений Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук (ГБС РАН) в 2019–2021 гг.

Объекты исследования: сорта Гжелка, Диана, Длинноплодная, Югана.

Исследования проводились с помощью общепринятых классических [16] и разработанных в лаборатории биотехнологии растений ГБС РАН [17] методов работы с культурами изолированных тканей и органов растений.

Опыты были проведены в трехкратной повторности, по десять эксплантов в каждой.

На этапе собственно микроразмножения применяли питательную среду MS (Murashige and Skoog) [18] с добавлением углеводов (сахарозы и глюкозы) в концентрации 20, 30, 40 г/л и 6-ВАР (6-benzylaminopurine) в концентрации 0,5 мг/л. В качестве контроля была использована питательная среда, содержащая 30 г/л сахарозы. Через 35 сут с момента высадки эксплантов проводили расчет коэффициента размножения.

Для изучения влияния различных ауксинов на корнеобразование регенерантов использовали питательные среды ½ MS с добавлением индолилуксусной кислоты (ИУК) и индолилмасляной кислоты (ИМК) в концентрации 1,0 мг/л. Через

45 сут с момента посадки рассчитывали процент укоренившихся регенерантов.

Для установления оптимального источника железа на этапе ризогенеза была использована питательная среда ½ MS с добавлением 73,4 мг/л хелата железа Fe(III)-EDTA в первом варианте опыта и с 200 мг/л хелата железа Fe(III)-EDDHA — во втором. Через 40 сут культивирования рассчитывали процент укоренившихся регенерантов.

Регенеранты культивировали при освещенности 1,5...2,0 Клк, 16-часовом фотопериоде и температуре 23...27 °С. В качестве эксплантов использовали участки микропобегов, содержащих 2–3 метамера.

Обработку полученных данных проводили с помощью общепринятых методов статистического анализа ANOVA [19] с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2010.

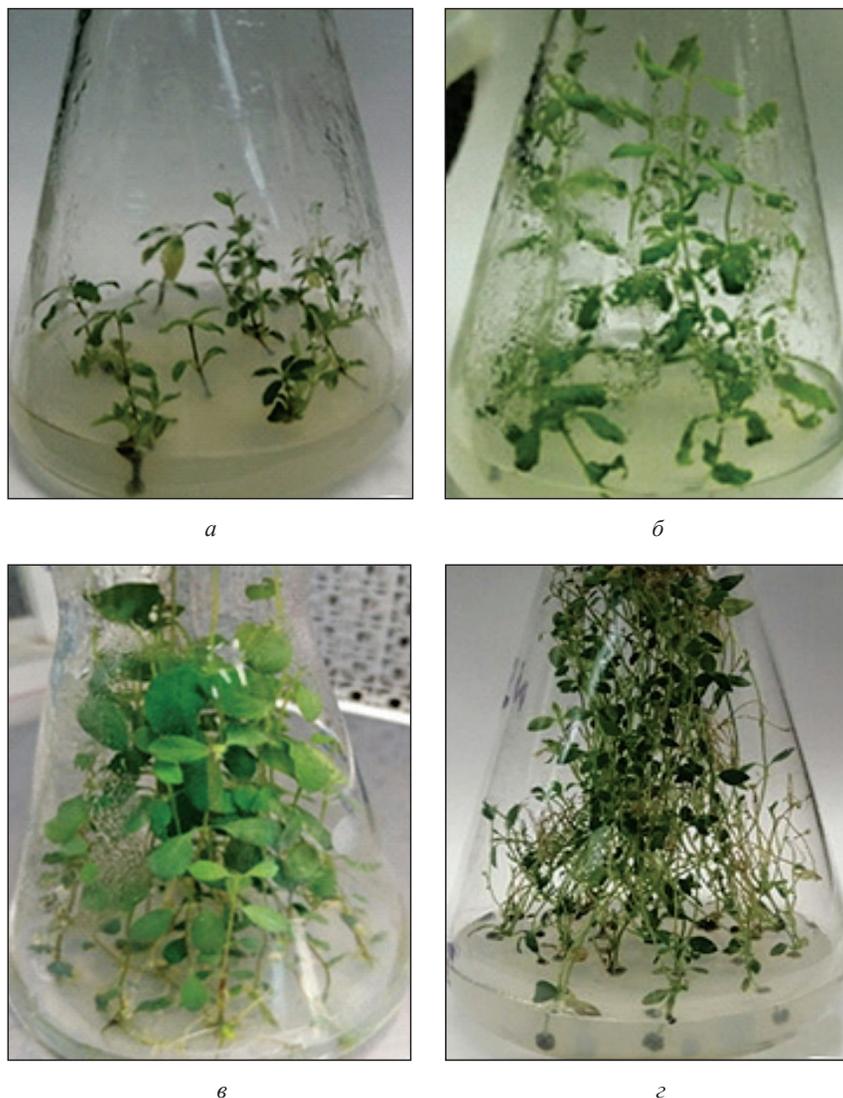
#### Результаты и обсуждение

В генетический банк растений *in vitro* лаборатории биотехнологии растений ГБС РАН включено более 1300 наименований растений, относящихся к различным видам и семействам. Жимолость синяя в коллекции представлена 30 сортами из различных селекционных центров (таблица).

Большое значение при разработке и оптимизации методик клонального микроразмножения растения имеют генетические особенности вида [20–22]. Все сорта, культивируемые в лаборатории биотехнологии растений, характеризуются различным коэффициентом размножения:

1) низким (3...5) — Aurora, Indigo Jem, Borealis Beauty, Borealis Blizzard;

2) средним (5...8) — Бакчарский Великан, Галочка, Камчадалка, Княгиня, Ленинградский Великан, Морена, Пташка;



**Рис. 1.** Морфогенетический потенциал сортов жимолости синей в культуре in vitro: *a* — Borealis Blizzard; *б* — Камчадалка; *в* — Московская 23; *г* — Золушка  
**Fig. 1.** Morphogenetic potential of blue honeysuckle varieties in in vitro culture: *a* — Borealis Blizzard; *б* — Kamchadalka; *в* — Moskovskaya 23; *г* — Cinderella

3) выше среднего (8...10) — Восторг, Гжелка, Голубой Десерт, Гордость Бакчара, Лебедушка, Леня, Московская 23, Соловей, Югана;

4) высоким (>10) — Волхова, Диана, Длинноплодная, Золушка.

Первые три группы сортов жимолости образовывали в культуре in vitro нормальные микропобеги, а четвертая группа — истонченные (рис. 1).

Этап собственно микроразмножения является важной стадией клонального микроразмножения, так как позволяет наиболее полно реализовать морфогенетический потенциал культуры.

На регенерацию представителей *L. caerulea* оказывали влияние источник углевода и его концентрация. У сорта Диана наблюдали максимальный коэффициент размножения на питательной среде, содержащей 30 г/л глюкозы (42), что пре-

вышало контрольный вариант (30 г/л сахарозы) почти в 2 раза, коэффициент размножения составил 24. В свою очередь, максимальный коэффициент размножения у сорта Югана был достигнут на питательной среде, содержащей 40 г/л сахарозы, и составил 45 (рис. 2).

Высокими коэффициентами размножения оба сорта характеризовались на питательных средах, дополненных 40 г/л глюкозы (Диана — 32, Югана — 26) и 20 г/л сахарозы (Диана — 31, Югана — 39).

Положительный эффект при замене в составе питательной среды сахарозы на глюкозу наблюдался у сорта Диана (коэффициент размножения 32). Сорт Югана характеризовался максимальным коэффициентом размножения на питательной среде, содержащей сахарозу (коэффициент размножения 39) (рис. 3).



Двухлетние саженцы в условиях открытого грунта, прошедшие полный цикл культивирования in vitro  
Two-year-old seedlings in open ground conditions that have undergone a full cycle of in vitro cultivation

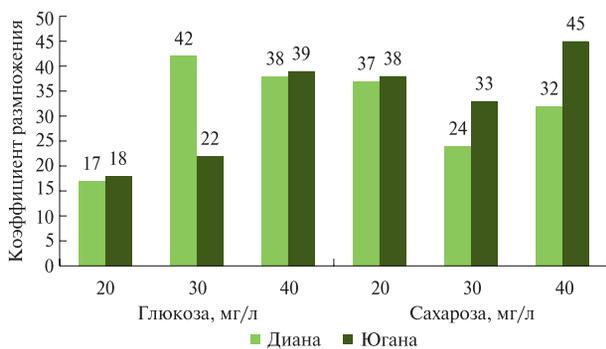


Рис. 2. Влияние сортовых особенностей, типа и концентрации углеводного питания на коэффициент размножения *L. caerulea* (НСР = 5,08)

Fig. 2. Influence of varietal features, type and concentration of carbohydrate nutrition on the reproduction rate of *L. caerulea* (НСР = 5,08)

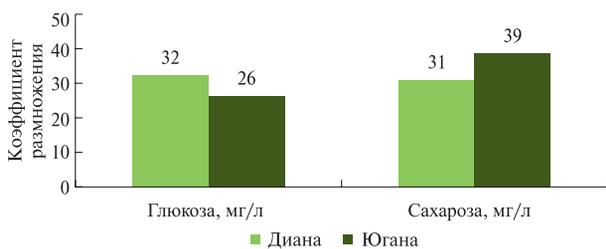


Рис. 3. Влияние сортовых особенностей и типа углеводного питания на коэффициент размножения *L. caerulea* (НСР = 4,17)

Fig. 3. Influence of varietal features and type of carbohydrate nutrition on the reproduction rate of *L. caerulea* (НСР = 4,17)

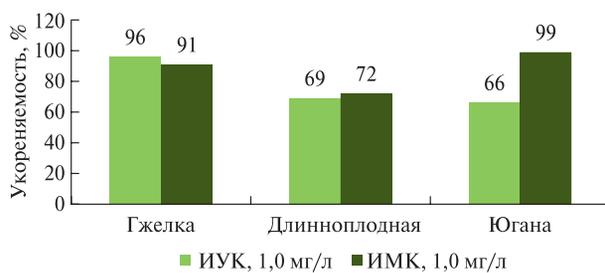


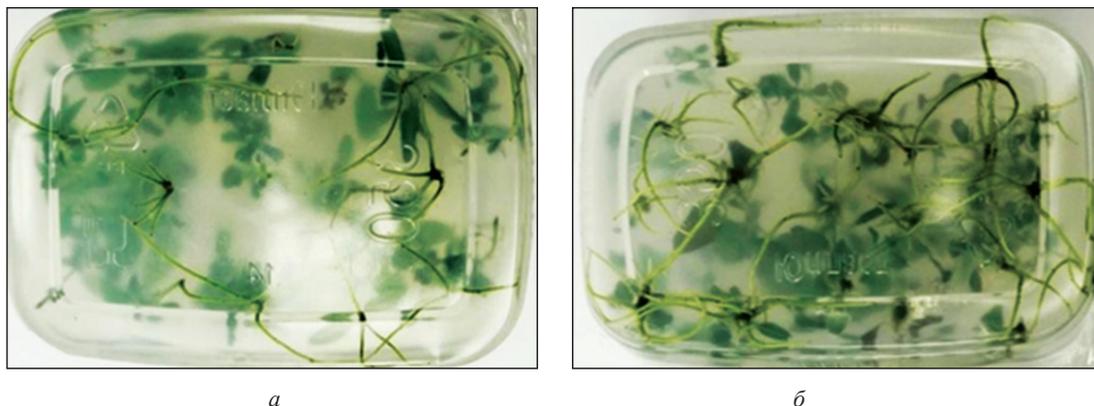
Рис. 4. Влияние типа ауксина на укоренение микропобегов *L. caerulea* сортов Гжелка, Длинноплодная, Югана

Fig. 4. Influence of the auxin type on the rooting of *L. caerulea* microshoots of Gzhelka, Long-fruited, and Yugana cultivars

Этап ризогенеза также является важной стадией клонального микроразмножения. Для эффективного укоренения в условиях in vitro большое значение имеет правильный выбор компонентов питательной среды.

При анализе влияния типа ауксина на корнеобразование сортов жимолости, существенное различие в укореняемости установили у сорта Югана: наибольший процент укоренения наблюдали при культивировании на питательной среде с ИМК (99%). Для сортов Гжелка и Длинноплодная существенной разницы при использовании регуляторов роста ИУК и ИМК не обнаружено (рис. 4, 5).

Для регенерации эксплантов важно содержание в питательной среде различных источников микроэлементов в доступной для растения форме. Одним из таких элементов является железо.



**Рис. 5.** Ризогенез in vitro сорта жимолости Югана на питательных средах с разными ауксинами: а — ИУК 1,0 мг/л; б — ИМК 1,0 мг/л  
**Fig. 5.** In vitro rhizogenesis of the honeysuckle variety Yugana on nutrient media with different auxins: а — IAA 1,0 mg/l; б — IAC 1,0 mg/l

Оно принимает непосредственное участие в биосинтезе хлорофиллов, а также в процессах фотосинтеза, дыхания и в ферментативных реакциях [23]. Установлено, что хелаты обладают высокой биологической активностью, вследствие чего их используют для повышения усвояемости растениями других химических элементов [24, 25].

В ходе исследования выявлено, что применение питательной среды с добавлением хелата железа Fe(III)-EDDHA в концентрации 200 мг/л оказывало положительное влияние на динамику укоренения сортов жимолости (рис. 6).

Через 25 дней после пересадки микропобегов жимолости на питательную среду, содержащую Fe(III)-EDDHA, процент укоренения составил 62 %, через 40 дней — 76 %. Укореняемость оказалась на 15 % выше, чем у регенерантов, культивируемых на питательной среде с 73,4 мг/л хелата железа Fe(III)-EDTA.

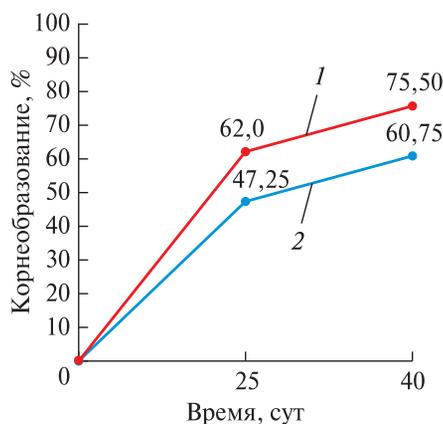
В результате проведенных исследований установлены значительные различия в укореняемости сортов жимолости в зависимости от источника железа (рис. 7).

Применение питательной среды с добавлением хелата железа Fe(III)-EDDHA в концентрации 200 мг/л оказывало положительное влияние на укореняемость сорта Диана (81 %). У сорта Югана наибольший процент корнеобразования (76 %) выявлен при использовании хелата железа Fe(III)-EDTA в составе питательной среды.

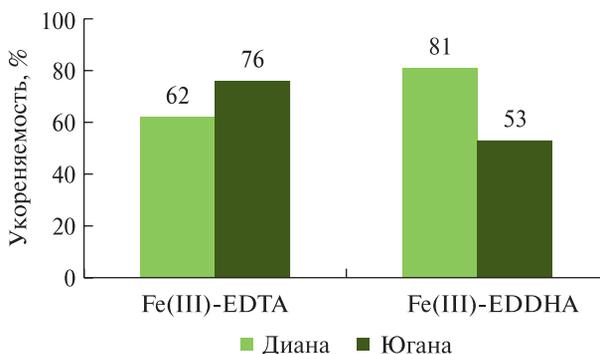
**Выводы**

В ходе проведенного исследования была оптимизирована методика клонального микроразмножения сортов *L. caerulea*.

Для культивирования сорта Диана оптимальным углеводным компонентом питательной среды была глюкоза в концентрации 30 г/л (коэф-



**Рис. 6.** Динамика укореняемости жимолости на питательных средах с различными источниками железа: 1 — Fe(III)-EDTA; 2 — Fe(III)-EDDHA  
**Fig. 6.** Dynamics of honeysuckle rooting on nutrient media with various sources of iron: 1 — Fe(III)-EDTA; 2 — Fe(III)-EDDHA



**Рис. 7.** Влияние источника железа в составе питательной среды на корнеобразование сортов жимолости  
**Fig. 7.** Influence of the iron source in the composition of the nutrient medium on the root formation of honeysuckle varieties

фициент размножения составил 42), для сорта Югана — сахароза в концентрации 40 г/л (коэффициент размножения составил 45).

Наибольший процент укоренения наблюдали у сорта Югана при культивировании на питательной среде с ИМК (99 %). Для сорта Гжелка и Длинноплодная существенной разницы при использовании регуляторов роста ИУК и ИМК не обнаружено.

Питательная среда, содержащая 200 мг/л Fe(III)-EDDHA, способствовала увеличению процента укоренившихся регенерантов. Через 25 сут после пересадки микропобегов жимолости на питательную среду, содержащую Fe(III)-EDDHA, процент укоренения составил 62 %, через 40 дней — 76 %.

Применение питательной среды с добавлением хелата железа Fe(III)-EDDHA в концентрации 200 мг/л оказало положительное влияние на укореняемость сорта Диана (81 %). У сорта Югана наибольший процент корнеобразования (76 %) выявлен при использовании хелата железа Fe(III)-EDTA в составе питательной среды.

## Список литературы

- [1] Сорокопудов В.Н., Куклина А.Г., Упадышев М.Т. Сорта съедобной жимолости: биология и основы культивирования: монография; под науч. ред. акад. РАН И. М. Куликова. М.: Изд-во ФГБНУ ВСТИСП, 2018. 160 с.
- [2] Хохлакова Л.А. Новые сорта жимолости как основа индустриальной технологии возделывания культуры // Современные проблемы возделывания сельскохозяйственных культур и пути повышения величины и качества урожая, 2006. № 7. С. 147–149.
- [3] Гидзюк И.К. Жимолость со съедобными плодами. Томск: Изд-во Томского университета, 1981. 168 с.
- [4] Thompson M., Chaovanalikit A. Preliminary observations on adaptation and nutraceutical values of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea*) in Oregon // Acta Hort., 2003, no. 626, pp. 65–72 DOI: 10.17660/ActaHortic.2003.626.8
- [5] Пигуль М.Л., Шалкевич М.С. Продуктивность жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.) // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, 2013. № 2. С. 47–50.
- [6] Колесниченко М. Н., Козубаева Л. А. Химический состав и применение плодов жимолости // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф., Барнаул, 29 ноября 2013. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013. № 1(19). С. 20–21.
- [7] Jurikova T., Rop O., Mlcek J., Sochor J., Balla S., Szekeres L., Hegedusova A., Hubalek J., Adam V., Kizek R. Phenolic profile of edible honeysuckle berries (genus *Lonicera*) and their biological effects // Molecules, 2012, t. 17, no. 1, pp. 61–79. DOI: 10.3390/molecules17010061
- [8] Becker R., Szakiel A. Phytochemical characteristics and potential therapeutic properties of blue honeysuckle *Lonicera caerulea* L.(Caprifoliaceae) // J. of Herbal Medicine, 2019, t. 16, p. 100237. DOI: 10.1016/j.hermed.2018.10.002
- [9] Grobelna A., Kalisz S., Kieliszek M. Effect of processing methods and storage time on the content of bioactive compounds in blue honeysuckle berry purees // Agronomy, 2019, t. 9, no. 12, p. 860. DOI: 10.3390/agronomy9120860
- [10] Gołba M., Sokół-Lętowska A., Kucharska A. Health Properties and Composition of Honeysuckle Berry *Lonicera caerulea* L. // Molecules, 2012, no. 25, pp. 4467–4477. DOI: 10.3390/molecules25030749
- [11] Sedláč J., Paprštejn F. In vitro propagation of blue honeysuckle // Horticultural Science, 2007, t. 34, no. 4, p. 129. DOI:10.17221/1871-HORTSCI
- [12] Fira AI., Clapa D., Cristea V., Plopa C. In vitro propagation of *Lonicera kamtschatica* // Agriculture-Science and Practice, 2014, no. 1–2, pp. 89–90.
- [13] Dziejczak E. Propagation of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* Pojark.) in in vitro culture // J. of fruit and ornamental plant research, 2008, t. 16, pp. 93–100.
- [14] Krupa-Malkiewicz M., Ochmian I. Propagation of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) in in vitro culture // J. of Basic and Applied Sciences, 2014, t. 10, pp. 164–169. DOI: 10.6000/1927-5129.2014.10.22
- [15] Debnath S.C. Strategies to propagate *Vaccinium* nuclear stocks for the Canadian berry industry // Canadian J. of Plant Science, 2007, t. 87, no. 4, pp. 911–922. DOI: 10.4141/P06-131
- [16] Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений in vitro и биотехнология на их основе. М.: ФБК-Пресс, 1999. 160 с.
- [17] Молканова О.И., Королева О.В., Стахеева Т.С., Крахмалева И.Л., Мелешук Е.А. Совершенствование технологии клонального микроразмножения ценных плодовых и ягодных культур для производственных условий // Достижения науки и техники АПК, 2018. Т. 32. № 9. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10915
- [18] Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // Physiologia plantarum, 1962, t. 15, no. 3, pp. 473–497. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x
- [19] Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. 352 с.
- [20] Высоцкий В.А. Биотехнологические приемы в современном садоводстве // Садоводство и виноградарство, 2006. № 2. С. 2–3.
- [21] Митрофанова И.В. Методология биотехнологических исследований цветочно-декоративных культур. Симферополь: Ариал, 2018. 268 с.
- [22] Кутас Е.Н. Морфогенез интродуцированных сортов жимолости съедобной (*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn) в зависимости от состава питательных сред // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира, 2017. С. 259–262.
- [23] Черевченко Т.М., Лаврентьева А.Н., Иванников А.Н. Биотехнология тропических и субтропических растений in vitro. Киев: Наукова думка, 2008. 560 с.
- [24] Álvarez-Fernández A., García-Marco S., Lucena J.J. Evaluation of synthetic iron (III)-chelates (EDDHA/Fe<sup>3+</sup>, EDDHMA/Fe<sup>3+</sup> and the novel EDDHSA/Fe<sup>3+</sup>) to correct iron chlorosis // European J. of Agronomy, 2005, t. 22, no. 2, pp. 119–130. DOI: 10.1016/j.eja.2004.02.001
- [25] Zhang Y. Plant nutrition status, yield and quality of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) under soil application of Fe-EDDHA and combination with zinc and manganese in calcareous soil // Scientia Horticulturae, 2014, t. 174, pp. 46–53. DOI: 10.1016/j.scienta.2014.05.005

## Сведения об авторах

**Орлова Наталия Дмитриевна** <sup>✉</sup> — мл. науч. сотр. лаборатории, ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, [irosvet96@mail.ru](mailto:irosvet96@mail.ru)

**Раева-Богословская Екатерина Николаевна** — мл. науч. сотр. лаборатории, ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, [katyaraeva@ Rambler.ru](mailto:katyaraeva@ Rambler.ru)

**Молканова Ольга Ивановна** — канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр., зав. лабораторией, ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, [molkanova@mail.ru](mailto:molkanova@mail.ru)

Поступила в редакцию 19.10.2021.

Одобрено после рецензирования 16.02.2022.

Принята к публикации 04.04.2022.

## CLONAL MICROPROPAGATION IMPROVEMENT TECHNIQUE OF *LONICERA CAERULEA* L. PROMISING CULTIVARS

**N.D. Orlova** <sup>✉</sup>, **E.N. Raeva-Bogoslovskaya**, **O.I. Molkanova**

The N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, 4, Botanicheskaya st., 127276, Moscow, Russia  
[irosvet96@mail.ru](mailto:irosvet96@mail.ru)

The work is devoted to the optimization of clonal micropropagation method of the *Lonicera caerulea* L. cultivars. The influence of various components of the nutrient medium at all stages of cultivation in vitro has been established. The highest multiplication factor in varieties Diana and Yugana was noted with the addition of glucose at a concentration of 40 g/l and the addition of sucrose at a concentration of 20 g/l. When studying the effect of auxin type on the root formation of honeysuckle varieties, the highest percentage of rooting in Yugana varieties was observed on a nutrient medium with indolylbutyric acid (99 %), and in Gzhelka variety with indoleacetic acid (96 %). It was found that 200 mg/l of iron chelate (Fe(III)-EDDHA) in the composition of the nutrient medium had a positive effect on the percentage of root formation of the variety Diana 81 %. For the Yugana variety (rooting rate 76 %), it is better to use a nutrient medium with the addition of iron chelate Fe(III)-EDTA at a concentration of 73,4 mg/l.

**Keywords:** Blue honeysuckle, in vitro, nutrient medium, carbohydrate sources, iron sources, rooting

**Suggested citation:** Orlova N.D., Raeva-Bogoslovskaya E.N., Molkanova O.I. *Sovershenstvovanie metodiki klonal'nogo mikrorazmnozheniya perspektivnykh sortov Lonicera caerulea L.* [Clonal micropropagation improvement technique of *Lonicera Caerulea* L. promising cultivars]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2022, vol. 26, no. 3, pp. 85–92. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-3-85-92

## References

- [1] Sorokopudov V.N., Kuklina A.G., Upadyshev M.T. *Sorta s'edobnoy zhimolosti: biologiya i osnovy kul'tivirovaniya* [Varieties of blue honeysuckle: biology and the basics of cultivation]. Moscow: VSTISP, 2018, 160 p.
- [2] Khokhryakova L.A. *Novye sorta zhimolosti kak osnova Industrial'noy tekhnologii vozdeleyvaniya kul'tury* [New varieties of honeysuckle as a basis industrial technology of culture cultivation]. *Sovremennye problemy vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i puti povysheniya velichiny i kachestva urozhaya* [Modern problems of cultivation of agricultural crops and ways to increase the size and quality of the crop], 2006, no. 7, pp. 147–149.
- [3] Gidzyuk I.K. *Zhimolost' so s'edobnymi plodami* [Honeysuckle with edible fruits]. Tomsk: Izd-vo Tomskogo universiteta, 1981, 168 p.
- [4] Thompson M., Chaovanalikit A. Preliminary observations on adaptation and nutraceutical values of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea*) in Oregon. *Acta Hort*, 2003, no. 626, pp. 65–72 DOI: 10.17660/ActaHortic.2003.626.8
- [5] Pigul' M.L., Shalkevich M.S. *Produktivnost' zhimolosti siney (Lonicera caeruleae L.)* [Productivity of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.)]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy], 2013, no. 2, pp. 47–50.
- [6] Kolesnichenko M.N., Kozubaeva L.A. *Khimicheskii sostav i primeneniye plodov zhimolosti* [Chemical composition and application of honeysuckle fruits]. *Sovremennye problemy tekhniki i tekhnologii pishchevykh proizvodstv. Materialy XIV Mezhdunarodnoy nauchnoprakticheskoy konferentsii* [Modern problems of technology and technology of food production: Materials of the XIV International Scientific and Practical Conference], 2013, no. 1(19), pp. 20–21.
- [7] Jurikova T., Rop O., Mlcek J., Sochor J., Balla S., Szekeres L., Hegedusova A., Hubalek J., Adam V., Kizek R. Phenolic profile of edible honeysuckle berries (genus *Lonicera*) and their biological effects. *Molecules*, 2012, t. 17, no. 1, pp. 61–79. DOI: 10.3390/molecules17010061
- [8] Becker R., Szakiel A. Phytochemical characteristics and potential therapeutic properties of blue honeysuckle *Lonicera caerulea* L. (Caprifoliaceae). *J. of Herbal Medicine*, 2019, t. 16, p. 100237. DOI: 10.1016/j.hermed.2018.10.002

- [9] Grobelna A., Kalisz S., Kieliszek M. Effect of processing methods and storage time on the content of bioactive compounds in blue honeysuckle berry purees. *Agronomy*, 2019, t. 9, no. 12, p. 860. DOI: 10.3390/agronomy9120860
- [10] Gołba M., Sokół-Lętowska A., Kucharska A. Health Properties and Composition of Honeysuckle Berry *Lonicera caerulea* L.. *Molecules*, 2012, no. 25, pp. 4467–4477. DOI: 10.3390/molecules25030749
- [11] Sedlák J., Paprštejn F. In vitro propagation of blue honeysuckle. *Horticultural Science*, 2007, t. 34, no. 4, p. 129. DOI:10.17221/1871-HORTSCI
- [12] Fira AI., Clapa D., Cristea V., Plopa C. *In vitro* propagation of *Lonicera kamschatica*. *Agriculture-Science and Practice*, 2014, no. 1–2, pp. 89–90.
- [13] Dziedzic E. Propagation of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *kamschatica* Pojark.) in *in vitro* culture. *J. of fruit and ornamental plant research*, 2008, t. 16, pp. 93–100.
- [14] Krupa-Mańkiewicz M., Ochmian I. Propagation of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) in *in vitro* culture. *J. of Basic and Applied Sciences*, 2014, t. 10, pp. 164–169. DOI: 10.6000/1927-5129.2014.10.22
- [15] Debnath S.C. Strategies to propagate *Vaccinium* nuclear stocks for the Canadian berry industry. *Canadian J. of Plant Science*, 2007, t. 87, no. 4, pp. 911–922. DOI: 10.4141/P06-131
- [16] Butenko R.G. *Biologiya kletok vysshikh rasteniy in vitro i biotekhnologiya na ikh osnove* [Biology of higher plant cells *in vitro* and biotechnology based on them]. Moscow: FBK-Press, 1999, 160 p.
- [17] Molkanova O.I., Koroleva O.V., Stakheeva T.S., Krakhmaleva I.L., Meleshchuk E.A. *Sovershenstvovanie tekhnologii klonal'nogo mikrorazmnozheniya tsennykh plodovykh i yagodnykh kul'tur dlya proizvodstvennykh usloviy* [Improving the technology of clonal micro-propagation of valuable fruit and berry crops for production condition]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex], 2018, t. 32, no. 9. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10915
- [18] Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum*, 1962, t. 15, no. 3, pp. 473–497. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x
- [19] Lakin G. F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Vysshaya shkola, 1980, 352 p.
- [20] Vysotskiy V.A. *Biotechnologicheskie priemy v sovremennom sadovodstve* [Biotechnological techniques in modern gardening]. *Sadovodstvo i vinogradarstvo* [Gardening and viticulture], 2006, no. 2, pp. 2–3.
- [21] Mitrofanova I.V. *Metodologiya biotekhnologicheskikh issledovaniy tsvetochno-dekorativnykh kul'tur* [Methodology of biotechnological research of flower and ornamental crops]. Simferopol': Arial, 2018, 268 p.
- [22] Kutas E.N. *Morfogenez introdutsirovannykh sortov zhimolosti s'edobnoy (Lonicera edulis Turcz. ex Freyn) v zavisimosti ot sostava pitatel'nykh sred* [Morphogenesis of introduced varieties of blue honeysuckle (*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn) depending on the composition of nutrient media]. *Rol' botanicheskikh sadov i dendrariy v sokhraneni, izuchenii i ustoychivom ispol'zovanii raznoobraziya rastitel'nogo mira* [The role of botanical gardens and arboreta in the conservation, study and sustainable use of the diversity of the plant world], 2017, pp. 259–262.
- [23] Cherevchenko T.M., Lavrent'eva A.N., Ivannikov A.N. *Biotechnologiya tropicheskikh i subtropicheskikh rasteniy in vitro* [Biotechnology of tropical and subtropical plants *in vitro*]. Kiev: Naukova dumka, 2008, 560 p.
- [24] Álvarez-Fernández A., García-Marco S., Lucena J.J. Evaluation of synthetic iron (III)-chelates (EDDHA/Fe<sup>3+</sup>, EDDHMA/Fe<sup>3+</sup> and the novel EDDHSA/Fe<sup>3+</sup>) to correct iron chlorosis. *European J. of Agronomy*, 2005, t. 22, no. 2, pp. 119–130. DOI: 10.1016/j.eja.2004.02.001
- [25] Zhang Y. Plant nutrition status, yield and quality of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) under soil application of Fe-EDDHA and combination with zinc and manganese in calcareous soil. *Scientia Horticulturae*, 2014, t. 174, pp. 46–53. DOI: 10.1016/j.scienta.2014.05.005

## Authors' information

**Orlova Natalia Dmitrievna**✉ — Junior Researcher of the Laboratory, Fsbis Main Botanical Garden Named after N.V. Tsitsin, irosvet96@mail.ru

**Raeva-Bogoslovskaya Ekaterina Nikolaevna** — Junior Researcher of the Laboratory, Fsbis Main Botanical Garden Named after N.V. Tsitsin, katyaraeva@rambler.ru

**Molkanova Ol'ga Ivanovna** — Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Head of the Laboratory, Fsbis Main Botanical Garden Named after N.V. Tsitsin, molkanova@mail.ru

Received 19.10.2021.

Approved after review 16.02.2022.

Accepted for publication 04.04.2022.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи  
 Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов  
 Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article  
 The authors declare that there is no conflict of interest