

ISSN 1817-7204 (Print)  
ISSN 1817-7239 (Online)

## ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА AGRICULTURE AND PLANT CULTIVATION

УДК [634.74:582.976]:581.143.6  
<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-1-34-47>

Поступила в редакцию 01.04.2022  
Received 01.04.2022

**Е. В. Колбанова**

*Институт плодородства, Национальная академия наук Беларуси, Самохваловичи, Республика Беларусь*

### КЛОНАЛЬНОЕ МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ БЕЛОРУССКИХ СОРТОВ ЖИМОЛОСТИ СИНЕЙ (*LONICERA CAERULEA* L. VAR. *KAMTSCHATICA*)

**Аннотация.** Для сортов жимолости синей белорусской селекции Зинри и Сінявокая предложена методика клонального микроразмножения для производства высококачественного посадочного материала. Введение в культуру *in vitro*: в период интенсивного роста побегов – 1-я декада июня. Экспланты – точки роста, выделенные из верхушечных и пазушных почек зеленых побегов. Питательная среда WPM, дополненная 6-БА в концентрации 1,0 мг/л. Собственно микроразмножение: питательная среда MS с увеличением концентрации хелата железа в 2 раза и добавлением 6-БА в концентрации 1,5 мг/л. Ризогенез *in vitro*: питательная среда MS с уменьшением концентрации макро- и микросолей и хелата железа в 2 раза, пониженным содержанием сахарозы (20 г/л), с добавлением ИМК в концентрации 1,5–2,0 мг/л. Адаптация *ex vitro*: субстрат агроперлит. Сократить затраты на получение посадочного материала можно путем исключения этапа укоренения *in vitro* из схемы клонального микроразмножения. Проводить одновременное прямое укоренение *ex vitro* и адаптацию растений-регенерантов на субстрате мох *Sphagnum* L. с поверхностным слоем (0,5 см) торфа. Длительное хранение (до 12 мес.) при низких положительных температурах (+3–4 °С) в условиях бытового холодильника осуществлять на стадии укоренения (среда MS с уменьшением концентрации макро- и микросолей и хелата железа в 2 раза, пониженным содержанием сахарозы – 20 г/л, ИМК – 1,0 мг/л).

**Ключевые слова:** жимолость синяя, Зинри, Сінявокая, микроразмножение, укоренение *in vitro*, прямое укоренение *ex vitro*, *Sphagnum* L., длительное хранение

**Для цитирования:** Колбанова, Е. В. Клональное микроразмножение белорусских сортов жимолости синей (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica*) / Е. В. Колбанова // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2023. – Т. 61, № 1. – С. 34–47. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-1-34-47>

**Elena V. Kolbanova**

*Institute for Fruit Growing, National Academy of Sciences of Belarus, Samokhvalovichy, Republic of Belarus*

### MICROPROPAGATION OF BELARUSIAN CULTIVARS OF BLUE HONEYSUCKLE (*LONICERA CAERULEA* L. VAR. *KAMTSCHATICA*)

**Abstract.** For blue honeysuckle cultivars of Belarusian selection (Zinri and Sinyavokaya), a method of micropropagation for the production of high-quality planting material is proposed. Initiation of *in vitro* culture: in the period of intensive growth of shoots – the first decade of June. Explants were apical points isolated from the apical and axillary buds of green shoots. The nutrient medium was WPM supplemented with 6-BA at a concentration of 1.0 mg/l. Micropropagation stage: MS medium containing double strength iron chelate with 1.5 mg/l of 6-BA. *In vitro* rhizogenesis: in MS medium the concentration of macro- and microsalts and iron chelate was reduced to half strength, the sucrose concentration was reduced to 20 g/l, IBA – 1.5–2.0 mg/l). *Ex vitro* adaptation: substrate – perlite. It is possible to reduce the cost of obtaining the planting material by eliminating *in vitro* rooting stage from micropropagation scheme. Simultaneous direct *ex vitro* rooting and adaptation of microplants should be carried out on the substrate of *Sphagnum* L. moss with a surface layer (0.5 cm) of peat. Long-term storage (up to 12 months) at low positive temperatures (+3–4 °C) in refrigerator should be carried out at rooting stage (in MS medium the concentration of macro- and microsalts and iron chelate was reduced to half strength, the sucrose concentration was reduced to 20 g/l, IBA – 1.0 mg/l).

**Keywords:** blue honeysuckle, Zinri, Sinyavokaya, micropropagation, *in vitro* rooting, direct *ex vitro* rooting, *Sphagnum* L., long-term cold storage

**For citation:** Kolbanova E. V. Micropropagation of belarusian cultivars of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica*). *Vesti Natsyonal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2023, vol. 61, no. 1, pp. 34–47 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-1-34-47>

**Введение.** Жимолость синяя – нетрадиционная ягодная культура, которая ценится за очень ранний срок плодоношения (плоды созревают раньше, чем у земляники садовой на несколько недель), витаминную ценность и диетические качества плодов. В Институте плодородства Научно-практического центра НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству выведено два сорта жимолости синей – Зинри и Сінявокая.

Сорт Зинри получен от свободного опыления жимолости камчатской. Раннего срока созревания, скороплодный (вступает в плодоношение на 3-й год после посадки двухлетними саженцами), зимостойкий, крупноплодный (средняя масса 1,0 г, максимальная масса плодов 1,3 г), плоды не осыпаются. Сорт устойчив к мучнистой росе. Средняя урожайность 2,3 кг/куст, дегустационная оценка свежих плодов 4,3 балла [1].

Сорт Сінявокая получен от свободного опыления жимолости камчатской. Среднего срока созревания, скороплодный (вступает в плодоношение на 3-й год после посадки двухлетними саженцами), зимостойкий, крупноплодный (средняя масса 1,0 г, максимальная масса плодов 1,3 г), плоды не осыпаются. Сорт устойчив к мучнистой росе. Средняя урожайность 2,5 кг/куст. Дегустационная оценка свежих плодов 4,5 балла [2].

Для ускоренного производства селекционных новинок и высококачественного посадочного материала жимолости синей в промышленных объемах экономически выгодным является использование культуры тканей.

Первым этапом клонального микроразмножения является выбор подходящего экспланта для введения в культуру, его стерилизация и культивирование на определенной питательной среде. Эксплантами для введения в культуру *in vitro* жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.) могут служить апексы и точки роста, выделенные из верхушечных и пазушных почек [3–5], верхушечные и пазушные почки [6, 7], а также микрочеренки [5]. В качестве основного стерилизующего агента используются различные вещества: 33%-й раствор перекиси водорода [4], 0,15%-й раствор сулемы [3], 0,2%-й раствор сульфата ртути [8], 6%-й [9] и 10%-й растворы гипохлорита кальция [6, 10], 10%-й раствор гипохлорита натрия [8] и отбеливатель АСЕ (20%-й раствор) [7].

Для инициации культуры *in vitro* жимолости синей используют среду Гамборга В5 с добавлением тиадазурина в концентрации 0,2 мг/л [9], полную среду MS [3, 6–8, 11, 12] и среду MS с пониженным содержанием  $\text{NH}_4$  [4] с добавлением 6-БА в различных концентрациях: 0,2 мг/л [4], 0,5 мг/л [7], 1,0 мг/л [6] или сочетание 6-БА (0,5 мг/л) с ИМК (0,1 мг/л) [11].

Не менее важным для инициации культуры *in vitro* является срок введения. В зимний период при введении в культуру *in vitro* жимолости синей целесообразно использовать для введения побегов, искусственно проснувшиеся в светокамерах при температуре 20–22 °С, так как их зараженность сапрофитной микрофлорой будет ниже по сравнению с эксплантами, взятыми непосредственно с растений, произрастающих в полевых условиях [13]; способ предварительного проращивания спящих почек использовали и для введения *Lonicera japonica* Thunb. [14].

На этапе собственно микроразмножения растений ключевым моментом является правильно подобранная питательная среда и фитогормональный комплекс, обеспечивающие высокий коэффициент размножения. Для жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.) чаще используется среда MS [3, 4, 6–8, 10–12, 15, 16].

Успешность этапа ризогенеза *in vitro* может зависеть от ряда факторов: минерального состава питательной среды, источника и концентрации углеводов, стимуляторов корнеобразования и их концентрации, сортовых особенностей. Для укоренения *in vitro* микропобегов жимолости синей успешно используются среды: MS, содержащие 1/3 макро- и микросолей [3] или 1/2 макро- и микросолей [8, 17], полная MS [8, 15], WPM [6], Андерсона [15], Гамборга В5 [9]. Индукторами ризогенеза могут служить ИМК, ИУК и НУК как по отдельности, так и в сочетании друг с другом [3, 4, 6, 8, 9, 15, 17].

Этап адаптации *ex vitro* растений жимолости синей успешно проходит на торфяном субстрате [9]. По данным [6], использование торфа в сочетании с AgroAquaGel (4 г/л) при адаптации *ex vitro* укорененных микропобегов жимолости синей позволяет получать растения лучшего качества, чем при использовании чистого торфа. Согласно исследованиям В. Н. Сорокопудова с соавторами [17] высадку укорененных *in vitro* микрорастений жимолости синей можно осуществлять в стерильный субстрат, состоящий из смеси торфа с перлитом или песком в соотношении (3–4):1, 100%-ю приживаемость позволяла достигнуть предпосадочная обработка в течение 12–16 ч микрорастений в растворе борной кислоты ( $(1,5 \times 10^{-4}) - (1,5 \times 10^{-3})$  М). Прямое укоренение *ex vitro* в «плавающем» перлите было успешным для жимолости сорта Atut [7].

Все этапы клонального микроразмножения жимолости синей – введение в культуру *in vitro*, собственно микроразмножение, укоренение *in vitro*, адаптация *ex vitro* предварительно укорененных растений – были ранее отработаны в отделе биотехнологии Института плодоводства на сортах Волхова, Голубое веретено, Крупноплодная, Павловская [18]. Также было показано, что, исключая из этой классической схемы клонального микроразмножения этап укоренения *in vitro*, можно напрямую получать растения, адаптированные к нестерильным условиям и тем самым удешевлять производство высококачественного посадочного материала жимолости [19].

*Цель работы* – апробировать ранее разработанную методику клонального микроразмножения жимолости синей для белорусских сортов Зинри и Сінявокая, оценить возможность их сохранения *in vitro* при длительном хранении.

**Материалы и методы исследования.** Исследования проводили в отделе биотехнологии Института плодоводства в 2019–2021 гг. Объекты исследований: сорта жимолости (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica*) белорусской селекции Зинри, Сінявокая.

**Введение в культуру *in vitro*.** Выделение эксплантов проводили в 1-й декаде июня (фаза интенсивного роста побегов); зеленые верхушки побегов длиной до 12 см срезали с 7- и 16-летних растений жимолости сорта Зинри и с 3-летних растений жимолости сорта Сінявокая, растущих в полевых условиях.

*Экспланты:* 1) точки роста размером около 1,0 мм, вычлененные из верхушечных и пазушных почек побегов текущего года с помощью бинокулярного микроскопа Olympus-SZ61; 2) одноузловые черенки 1–1,5 см.

*Схема стерилизации:* 35 мин – 0,5%-й оксихом (нестерильно), далее в ламинар-боксе: 1 мин – 70%-й этанол; 5 мин – 30%-я перекись водорода; 5 мин – промывка стерильной дистиллированной водой.

*Питательная среда:* WPM 1,0 – макро- и микросоли, FeNa-EDTA по WPM, витамины В<sub>1</sub> – 1,0 мг/л, В<sub>6</sub>, PP – по 0,5 мг/л, глицин – 2 мг/л, мезоинозит – 100 мг/л, с добавлением 6-БА в концентрации 1,0 мг/л, сахара – 30 г/л, агар – 5,8 г/л (рН 5,6–5,7).

Экспланты высаживали в пробирки 160 × 16 мм с объемом питательной среды 3 мл. Длительность субкультивирования – 4 недели.

**Микроразмножение.** *Питательная среда (1-й пассаж):* WPM 1,0 – макро- и микросоли, FeNa-EDTA по WPM, витамины В<sub>1</sub> – 1,0 мг/л, В<sub>6</sub>, PP – по 0,5 мг/л, глицин – 2 мг/л, мезоинозит – 100 мг/л, с добавлением 6-БА в концентрации 1,0 мг/л, сахара – 30 г/л, агар – 5,8 г/л (рН 5,6–5,7).

*Питательные среды (2-й пассаж):*

1) MS 1,5: макро- и микросоли по MS, FeNa-EDTA по MS увеличен в 2 раза, витамины В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, PP – по 0,5 мг/л, витамин С – 1 мг/л, глицин – 2 мг/л, мезоинозит – 100 мг/л, с добавлением 6-БА в концентрации 1,5 мг/л, сахара – 30 г/л, агар – 5,8 г/л (рН 5,6–5,7);

2) WPM 1,5: макро- и микросоли, FeNa-EDTA по WPM, витамины В<sub>1</sub> – 1,0 мг/л, В<sub>6</sub>, PP – по 0,5 мг/л, глицин – 2 мг/л, мезоинозит – 100 мг/л, с добавлением 6-БА в концентрации 1,5 мг/л, сахара – 30 г/л, агар – 5,8 г/л (рН 5,6–5,7).

*Питательная среда (3-й пассаж):* макро- и микросоли по MS, FeNa-EDTA по MS увеличен в 2 раза, витамины В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, PP – по 0,5 мг/л, витамин С – 1 мг/л, глицин – 2 мг/л, мезоинозит – 100 мг/л, с добавлением 6-БА в концентрациях 1,0; 1,5 и 2,0 мг/л, сахара – 30 г/л, агар – 5,8 г/л (рН 5,6–5,7).

*Питательная среда (4-й и последующие пассажи):* MS 1,5 – макро- и микросоли по MS, FeNa-EDTA по MS увеличен в 2 раза, витамины В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, PP – по 0,5 мг/л, витамин С – 1 мг/л, глицин –

2 мг/л, мезоинозит – 100 мг/л, с добавлением 6-БА в концентрации 1,5 мг/л, сахароза – 30 г/л, агар – 5,8 г/л (рН 5,6–5,7).

**Ризогенез *in vitro*.** *Питательная среда:* 1/2 макро- и микросолей по MS, 1/2 FeNa-EDTA по MS, витамины В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, РР – по 0,5 мг/л, глицин – 2 мг/л, с добавлением β-индолилмасляной кислоты (ИМК) в концентрациях 1,0; 1,5 и 2,0 мг/л, с пониженным содержанием сахарозы – 20 г/л, агар – 5,8 г/л (рН 5,6–5,7).

Растения-регенеранты на этапах микроразмножения и ризогенеза *in vitro* культивировали в пробирках размером 220 × 22 мм с объемом питательной среды 10 мл. Длительность субкультивирования – 6 недель.

Условия культивирования эксплантов *in vitro* на этапах введения в культуру, микроразмножения, ризогенеза: освещение (лампы NARVA LT, 36 W) – 2,5–3 тыс. лк, температура – 20–22 °С и фотопериод – 16/8 ч.

**Адаптация в условиях *ex vitro*.** Растения-регенеранты после этапа ризогенеза *in vitro* высаживали в кассеты объемом 50 мл в агроперлит (время адаптации – апрель – май). Кассеты с растениями накрывали полиэтиленовой пленкой, создавая условия повышенной влажности до тех пор, пока они не начинали трогаться в рост. Полив производили дистиллированной водой. Через 8 недель прижившиеся растения пересаживали в горшки размером 9 × 9 × 10 см в нестерильный торфяной субстрат (смесь торфа «Двина» и агроперлита в соотношении 3:1).

**Одновременное прямое укоренение *ex vitro* и адаптация.** Для одновременного прямого укоренения *ex vitro* и адаптации использовали микропобеги, культивируемые в пробирках (размер 220 × 22 мм) на стадии микроразмножения на среде MS с добавлением 6-БА в концентрации 1,5 мг/л. Для прямого укоренения *ex vitro* использовали мини-парники размером 450 × 200 × 70 мм (расстояние между рядами – 15–20 мм, в ряду – 15–17 мм). Субстрат для укоренения: мох *Sphagnum* L. с поверхностным слоем (0,5 см) торфа «Двина» (субстрат нестерильный). Мох *Sphagnum* L. после сбора был высушен и хранился в высушенном виде. Перед использованием мох пропитывали водой. Длительность периода прямого укоренения *ex vitro* – 8 недель.

Влияние сроков посадки на прямое укоренение *ex vitro* изучали в следующие периоды: январь – февраль, апрель – май, июнь – июль, август – сентябрь, сентябрь – октябрь, ноябрь – декабрь.

Условия адаптации и прямого укоренения *ex vitro*: освещение (лампы NARVA LT, 36 W) – 2,5–3 тыс. лк, температура – 22–24 °С и фотопериод 16/8 ч.

**Длительное хранение жимолости синей при температуре +3–4 °С в условиях бытового холодильника.** *Питательные среды:*

1) MS 1,5: макро- и микросоли по MS, FeNa-EDTA по MS увеличен в 2 раза, витамины В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, РР – по 0,5 мг/л, витамин С – 1 мг/л, глицин – 2 мг/л, мезоинозит – 100 мг/л, с добавлением 6-БА в концентрации 1,5 мг/л, сахароза – 30 г/л, агар – 5,8 г/л (рН 5,6–5,7);

2) MS 1,5Fe: макро- и микросоли по MS, Ferric-EDDHA (*Duchefa Biochemie*) – 100 мг/л, витамины В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, РР – по 0,5 мг/л, витамин С – 1 мг/л, глицин – 2 мг/л, мезоинозит – 100 мг/л, с добавлением 6-БА в концентрации 1,5 мг/л, сахароза – 30 г/л, агар – 5,8 г/л (рН 5,6–5,7);

3) Уж: 1/2 макро- и микросолей по MS, 1/2 FeNa-EDTA по MS, витамины В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, РР – по 0,5 мг/л, глицин – 2 мг/л, с добавлением β-индолилмасляной кислоты (ИМК) в концентрации 1,0 мг/л, с пониженным содержанием сахарозы – 20 г/л, агар – 5,8 г/л (рН 5,6–5,7).

Для длительного хранения при температуре +3–4 °С в условиях бытового холодильника «Атлант» растения-регенеранты жимолости синей по 2 шт. высаживали в пробирки размером 220 × 22 мм с объемом питательной среды 10 мл на стадии микроразмножения (среды MS 1,5 и MS 1,5Fe, отличающиеся источником железа) и на стадии укоренения (среда Уж). Перед размещением на хранение растения-регенеранты культивировались *in vitro* при условиях: освещение (лампы NARVA LT, 36 W) – 2,5–3 тыс. лк, температура – 20–22 °С и фотопериод – 16/8 ч на стадии микроразмножения (7 дней) и на стадии укоренения (21 день). Длительность хранения – 12 мес.

**Восстановление роста и развития после длительного хранения.** Растения-регенеранты, сохранившие визуальную жизнеспособность, для восстановления развития пересаживались на питательную среду для микроразмножения: MS 1,5 – макро- и микросоли по MS, FeNa-EDTA

по MS увеличен в 2 раза, витамины B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, PP – по 0,5 мг/л, витамин С – 1 мг/л, глицин – 2 мг/л, мезоинозит – 100 мг/л, с добавлением 6-БА в концентрации 1,5 мг/л, сахароза – 30 г/л, агар – 5,8 г/л (рН 5,6–5,7). Пробирки с растениями-регенерантами, вынутые из холодильника, до пересадки 7 дней находились в культуральной комнате при условиях: освещение (лампы NARVA LT, 36 W) – 2,5–3 тыс. лк, температура – 20–22 °С и фотопериод – 16/8 ч.

Статистическую обработку проводили с помощью Statistica 10.0, используя ANOVA, однофакторный и двухфакторный анализ, критерий Дункана (при  $p < 0,05$ ) для сравнения средних величин ( $n = 3$ ).

**Результаты и их обсуждение. Введение в культуру *in vitro*.** Введение в культуру *in vitro* сортов Зинри и Сінявокая проводили в период интенсивного роста побегов (1-я декада июня) с использованием питательной среды WPM. Данный срок введения в культуру *in vitro* и питательная среда для инициации эксплантов были выбраны как наилучшие на основании ранее полученных экспериментальных данных для сортов жимолости Крупноплодная, Голубое веретено, Павловская и Волхова [18, 20].

В ходе исследований установлено, что на выход стерильных эксплантов (активно регенерирующих и неразвивающихся эксплантов), инфицированных эксплантов при введении в культуру *in vitro* достоверно влияют сортовые особенности ( $p < 0,05$ ), тип вводимого экспланта ( $p < 0,001$ ), а также два фактора (сорт × тип вводимого экспланта) ( $p < 0,01$ ) вместе. На выход некротировавшихся эксплантов не оказывают влияния сортовые особенности вводимых эксплантов.

Полученные результаты показали, что для введения в культуру *in vitro* сортов жимолости Зинри и Сінявокая, как и для сортов, ранее изученных (Крупноплодная, Голубое веретено, Павловская и Волхова) [18, 20], эффективным является введение точек роста, выделенных из верхушечных и пазушных почек побегов текущего года (32,79 и 34,46 % стерильных, активно регенерирующих эксплантов для Зинри и Сінявокая соответственно). При введении крупных эксплантов (одноузловых черенков) стерильные, активно регенерирующие экспланты были получены только у сорта Зинри, их выход составил всего 12,45 % (рис. 1). Большая часть крупных эксплантов как у сорта Зинри (54,95 %), так и у сорта Сінявокая (83,33 %) были поражены грибной или бактериальной инфекцией (табл. 1).

В среднем регенерационная активность сортов была невысокая: 22,62 % (Зинри) и 17,23 % (Сінявокая) без учета типа вводимого экспланта (см. табл. 1), что согласуется с данными для ранее изученных сортов Крупноплодная (19,30 %), Голубое веретено (20,15 %), Павловская (13,85 %),

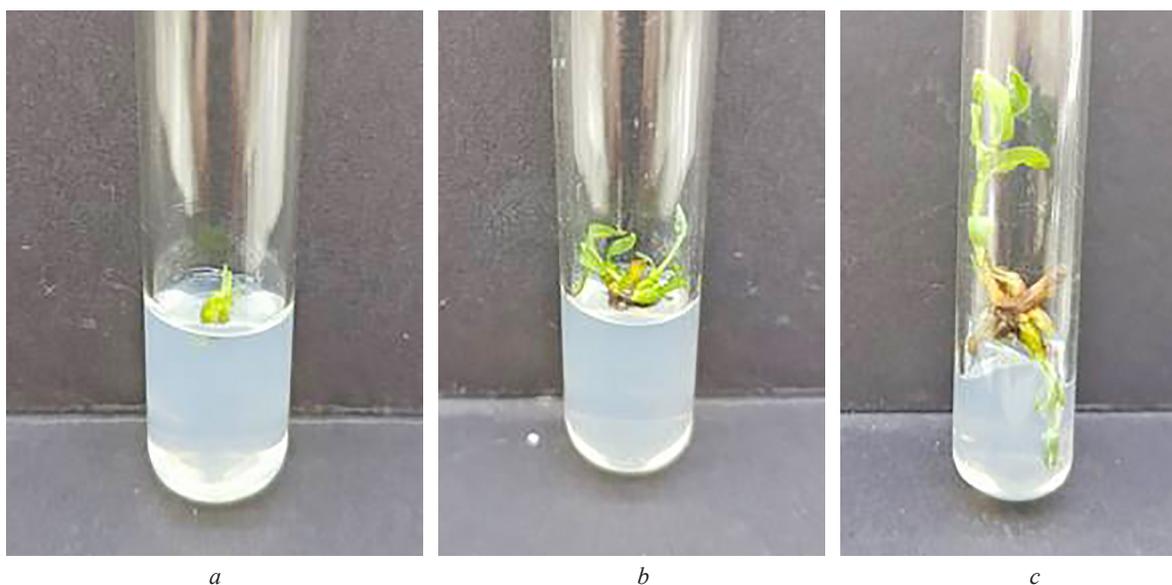


Рис. 1. Сорт Зинри через 4 недели после введения в культуру *in vitro*: а – точка роста; б, с – одноузловой черенок

Fig. 1. Cultivar Zinri after 4 weeks of initiation stage: а – apical point; б, с – single-node cutting

Таблица 1. Эффективность этапа введения в культуру *in vitro* жимолости синей сортов Зинри и Сіявокая (питательная среда WPM 1,0, введение – 1-я декада июня)Table 1. Efficiency of initiation stage for blue honeysuckle cultivars Zinri and Sinyavokaya (nutrient medium WPM 1.0, *in vitro* initiation in the 1<sup>st</sup> decade of June)

Сорт	Тип вводимого экспланта	Инфекция, %	Некроз, %	Количество стерильных эксплантов	
				активно регенерирующих, %	неразвивающихся, %
Зинри	Точка роста	0 a	43,36 ± 0,76 bc	<b>32,79 ± 2,64 a</b>	23,85 ± 2,47 c
	Одноузловой черенок	54,95 ± 1,10 b	32,60 ± 3,0 b	12,45 ± 2,40 b	0 a
Сіявокая	Точка роста	0 a	52,01 ± 3,23 c	<b>34,46 ± 2,52 a</b>	13,55 ± 1,01 b
	Одноузловой черенок	83,33 ± 8,33 c	16,67 ± 8,33 a	0 c	0 a
<i>Среднее по фактору А (сорт)</i>					
Зинри		27,47 A	37,98 A	22,62 A	11,93 B
Сіявокая		41,67 B	34,34 A	17,23 B	6,77 A
<i>Среднее по фактору В (тип вводимого экспланта)</i>					
Точка роста		0 C	47,69 C	<b>33,63 C</b>	18,7 D
Одноузловой черенок		69,14 D	24,63 B	6,23 D	0 C

Примечание. Данные с одинаковыми буквами по столбцам статистически не различаются при  $p < 0,05$  (критерий Дункана). Данные отображены в виде среднее значение ± стандартная ошибка. То же в таблицах 2–7, 9.

Note. Data with the same letters in columns are not statistically different at  $p < 0.05$  (Duncan criterion). Data are shown as mean ± standard error. Same in Tables 2–7, 9.

Волхова (17,73 %), где мы предположили, что на низкую регенерационную активность оказал влияние возраст маточных растений, с которых срезали побеги для введения в культуру *in vitro* [18, 20].

На примере сорта Зинри двухфакторный анализ показал, что возраст маточного насаждения (в пределах 16 лет), с которого берутся черенки, не оказывает влияния на эффективность введения в культуру *in vitro* жимолости синей. В среднем регенерационная активность эксплантов (без учета типа вводимого экспланта) с маточного насаждения в возрасте 7 лет составила 19,53 % и с маточного насаждения в возрасте 16 лет – 24,99 % (табл. 2).

Таблица 2. Влияние возраста маточного насаждения на эффективность введения в культуру *in vitro* жимолости синей (сорт Зинри, питательная среда WPM 1,0, введение – 1-я декада июня)Table 2. Effect of the age of nursery on the efficiency of *in vitro* culture initiation of blue honeysuckle (cultivar Zinri, nutrient medium WPM 1.0, *in vitro* initiation in the 1<sup>st</sup> decade of June)

Возраст маточного насаждения (фактор А)	Тип вводимого экспланта (фактор В)	Инфекция, %	Некроз, %	Количество стерильных эксплантов	
				активно регенерирующих, %	неразвивающихся, %
7 лет	Точка роста	0 a	47,62 ± 3,06 c	<b>29,52 ± 1,98 a</b>	22,86 ± 4,79 b
	Одноузловой черенок	60,32 ± 3,18 c	30,16 ± 1,59 a	9,53 ± 4,76 b	0 a
16 лет	Точка роста	0 a	40,50 ± 2,14 bc	<b>34,82 ± 0,87 a</b>	24,67 ± 1,60 b
	Одноузловой черенок	50,0 ± 4,12 b	34,92 ± 4,20 ab	15,08 ± 0,79 b	0 a
<i>Среднее по фактору А (возраст маточного насаждения)</i>					
7 лет		30,14 A	38,89 A	19,53 A	11,43 A
16 лет		25,0 A	37,71 A	24,99 A	12,33 A
<i>Среднее по фактору В (тип вводимого экспланта)</i>					
Точка роста		0 B	44,06 C	<b>32,21 B</b>	23,76 C
Одноузловой черенок		55,16 C	32,54 B	12,30 C	0 B

**Микроразмножение.** На коэффициент размножения сортов Зинри и Сіявокая в 1-м пассаже на среде WPM 1,0 не оказали достоверного влияния ни сортовые особенности, ни тип ранее вводимого в культуру *in vitro* экспланта (табл. 3), что подтверждает целесообразность использования мелких эксплантов (точек роста) на этапе введения в культуру *in vitro*, обеспечивающих получение большего числа стерильных, активно регенерирующих эксплантов (в среднем 33,63 % без

Таблица 3. Коэффициент размножения жимолости синей в 1-м пассаже (среда WPM 1,0)

Table 3. Propagation rate of blue honeysuckle in the 1<sup>st</sup> subculture (medium WPM 1.0)

Сорт (фактор А)	Тип вводимого экспланта (фактор В)	Коэффициент размножения
Зинри	Точка роста из верхушечных и боковых почек	2,08 ± 0,09 а
	Одноузловой черенок	2,17 ± 0,67 а
Сінявокая	Точка роста из верхушечных и боковых почек	2,54 ± 0,19 а
	Одноузловой черенок	2,67 ± 0,07 а
<i>Среднее по фактору А (сорт)</i>		
Зинри		2,12 ± 0,30 А
Сінявокая		2,60 ± 0,09 А
<i>Среднее по фактору В (тип вводимого экспланта)</i>		
Точка роста из верхушечных и боковых почек		2,31 ± 0,14 В
Одноузловой черенок		2,42 ± 0,32 В

Таблица 4. Влияние минерального состава питательной среды на коэффициент размножения жимолости синей (2-й пассаж, концентрация 6-БА – 1,5 мг/л)

Table 4. Effect of the mineral composition of nutrient medium on the propagation rate of blue honeysuckle (2nd subculture, 6-BA concentration – 1.5 mg/l)

Сорт (фактор А)	Питательная среда (фактор В)	Коэффициент размножения
Зинри	WPM 1,5	1,89 ± 0,03 d
	MS 1,5	<b>4,26 ± 0,09 б</b>
Сінявокая	WPM 1,5	3,70 ± 0,30 с
	MS 1,5	<b>6,0 ± 0 а</b>
<i>Среднее по фактору А (сорт)</i>		
Зинри		3,07 ± 0,53 В
Сінявокая		<b>4,85 ± 0,53 А</b>
<i>Среднее по фактору В (питательная среда)</i>		
WPM		2,79 ± 0,43 D
MS		<b>5,13 ± 0,39 С</b>

учета сортовых особенностей), по сравнению с использованием крупных эксплантов (в среднем 6,23 % без учета сортовых особенностей) (см. табл. 1).

Установлено влияние на коэффициент размножения жимолости в 2-м пассаже сортовых особенностей ( $p < 0,001$ ), минерального состава питательной среды ( $p < 0,001$ ) и двух факторов вместе ( $p < 0,001$ ). Высокий коэффициент размножения как у сорта Зинри (4,26), так и у сорта Сінявокая (6,0) был получен на среде MS, что в 1,6–2,2 раза превышало данный показатель на среде WPM (табл. 4, рис. 2), поэтому в 3-м пассаже при изучении влияния концентрации 6-БА на коэффициент размножения сортов Зинри и Сінявокая использовали питательную среду по прописи MS.



Рис. 2. Растения-регенеранты жимолости синей сорта Зинри на питательных средах WPM 1,5 (слева) и MS 1,5

Fig. 2. Honeysuckle microplants of cv. Zinri on nutrient media WPM 1.5 (left) and MS 1.5

Не установлено достоверного влияния концентрации 6-БА в диапазоне от 1,0 до 2,0 мг/л в питательной среде MS на коэффициент размножения жимолости сортов Зинри и Сінявокая. У обоих сортов коэффициент был не ниже 5,1 (табл. 5), поэтому в 4-м и последующих пассажах при микроразмножении использовали питательную среду по прописи MS с добавлением 6-БА в концентрации 1,5 мг/л.

Согласно полученным ранее данным, высокий коэффициент размножения для сортов Крупноплодная (3,47), Голубое веретено (4,11), Павловская (2,80) и Волхова (3,90) также отмечен на среде MS с добавлением 6-БА в концентрации 1,5 мг/л [18, 21].

Таблица 5. Влияние концентрации 6-БА на коэффициент размножения жимолости синей (питательная среда MS, 3-й пассаж)

Table 5. Effect of 6-BA concentration on propagation rate of blue honeysuckle (MS medium, 3<sup>rd</sup> subculture)

Сорт (фактор А)	Концентрация 6-БА, мг/л (фактор В)	Коэффициент размножения
Зинри	1,0	5,12 ± 0,21 а
	1,5	5,88 ± 0,30 а
	2,0	5,29 ± 0,25 а
Сінявокая	1,0	5,79 ± 0,11 а
	1,5	5,19 ± 0,34 а
	2,0	5,91 ± 0,17 а
<i>Среднее по фактору А (сорт)</i>		
Зинри		5,43 ± 0,17 А
Сінявокая		5,63 ± 0,16 А
<i>Среднее по фактору В (концентрация 6-БА)</i>		
	1,0 мг/л 6-БА	<b>5,46 ± 0,18 В</b>
	1,5 мг/л 6-БА	<b>5,54 ± 0,25 В</b>
	2,0 мг/л 6-БА	<b>5,60 ± 0,19 В</b>

**Ризогенез *in vitro*.** В ходе исследований было установлено, что на этапе ризогенеза *in vitro* на выход укорененных растений-регенерантов сортов Зинри и Сінявокая значимое влияние оказывает только концентрация ИМК ( $p < 0,05$ ). На среднюю высоту растений-регенерантов и среднее количество корней у растения значимое влияние ( $p < 0,001$ ) оказали сортовые особенности, концентрация ИМК и эти два фактора вместе. Средняя длина корней статистически зависела только от сортовых особенностей растений-регенерантов ( $p < 0,001$ ). Лучшие результаты по укореняемости *in vitro* растений-регенерантов обоих сортов получены при использовании ИМК в концентрации 1,5 и 2,0 мг/л. Доля укоренившихся растений при концентрации 1,5 мг/л ИМК составила 92,59 % для сорта Зинри и 87,58 % для сорта Сінявокая, при концентрации 2,0 мг/л – 88,89 и 88,37 % соответственно. Концентрация ИМК 1,0 мг/л в питательной среде показала достоверно более низкий выход укорененных растений: Сінявокая – 72,23 %, Зинри – 75,93 % (табл. 6).

Таблица 6. Влияние концентрации ИМК на укоренение *in vitro* жимолости синейTable 6. Effect of IBA concentration on *in vitro* rooting of blue honeysuckle

Сорт	Концентрация ИМК, мг/л	Доля укоренившихся растений-регенерантов, %	Средняя высота растения-регенеранта, см	Среднее количество корней у растения-регенеранта, шт.	Средняя длина корней растения-регенеранта, см
Зинри	1,0	75,93 ± 0,93 б	3,84 ± 0,09 е	1,90 ± 0,13 cd	3,10 ± 0,09 bc
	1,5	<b>92,59 ± 3,70 а</b>	5,23 ± 0,06 с	1,62 ± 0,07 d	3,18 ± 0,09 bc
	2,0	<b>88,89 ± 6,41 а</b>	4,31 ± 0,18 d	2,17 ± 0,08 с	3,0 ± 0,09 с
Сінявокая	1,0	72,23 ± 2,77 б	5,44 ± 0,14 bc	2,0 ± 0,17 cd	3,47 ± 0,11 ab
	1,5	<b>87,58 ± 2,89 а</b>	5,78 ± 0,07 b	2,65 ± 0,18 b	3,48 ± 0,20 ab
	2,0	<b>88,37 ± 2,53 а</b>	6,57 ± 0,05 а	3,13 ± 0,14 а	3,59 ± 0,10 а
<i>Среднее по фактору А (сорт)</i>					
Зинри		85,81 ± 3,32 А	4,46 ± 0,21 В	1,90 ± 0,09 В	3,09 ± 0,05 В
Сінявокая		82,73 ± 2,96 А	5,93 ± 0,17 А	2,59 ± 0,18 А	3,52 ± 0,07 А
<i>Среднее по фактору В (концентрация ИМК)</i>					
	1,0	74,0 8 ± 1,55 С	4,64 ± 0,37 D	1,95 ± 0,10 D	3,28 ± 0,10 С
	1,5	<b>90,08 ± 2,38 В</b>	<b>5,50 ± 0,13 С</b>	2,14 ± 0,24 D	3,33 ± 0,12 С
	2,0	<b>88,63 ± 3,09 В</b>	<b>5,44 ± 0,51 С</b>	<b>2,65 ± 0,23 С</b>	3,30 ± 0,14 С

Средняя высота растений-регенерантов у двух сортов (без учета концентрации ИМК) статистически различалась: у сорта Зинри – 4,46 см, у сорта Сінявокая – 5,93 см. Анализ средних значений высоты растений-регенерантов по фактору В (концентрация ИМК) без учета сортовых особенностей показал, что статистически высота растений на питательных средах с добавлением ИМК в концентрации 1,5 и 2,0 мг/л не отличается (5,50 и 5,40 см соответственно).

Увеличение концентрации ИМК в питательной среде до 2 мг/л стимулировало закладку корней как у сорта Зинри (2,17 шт.), так и у сорта Сінявокая (3,13 шт.). Концентрация ИМК в питательной среде в диапазоне от 1,0 до 2,0 мг/л не оказала влияния на длину корневой системы у обоих сортов.

**Адаптация в условиях *ex vitro*.** В ходе однофакторного анализа установлено достоверное влияние ( $p < 0,05$ ) только сортовых особенностей на среднюю длину стебля у растений изучаемых сортов. Высокие показатели адаптации в условиях *ex vitro* были отмечены как для сорта Зинри (84,85 %), так и для сорта Сінявокая (89,49 %) при использовании в качестве субстрата агроперлита, что согласуется с данными для ранее изученных сортов Павловская, Крупноплодная, Волхова, Голубое веретено (не менее 85 % адаптированных растений на агроперлите в течение всего календарного года) [18, 22]. На этапе адаптации *ex vitro* средняя длина стебля у растений-регенерантов сорта Сінявокая (8,71 см) статистически превышала данный показатель у сорта Зинри (6,90 см) (табл. 7), как и на этапе укоренения *in vitro*.

Таблица 7. Эффективность адаптации *ex vitro* растений-регенерантов жимолости синей, предварительно укорененных *in vitro* (субстрат агроперлит, срок адаптации – апрель – май)

Table 7. Efficiency of *ex vitro* adaptation of blue honeysuckle microplants previously rooted *in vitro* (substrate – agropelrite, adaptation time – April – May)

Сорт	Количество адаптированных растений-регенерантов, %	Средняя длина стебля растения-регенеранта, см	Средняя длина корней растения-регенеранта, см
Зинри	84,85 ± 1,51 a	6,90 ± 0,09 b	7,11 ± 0,19 a
Сінявокая	89,49 ± 1,26 a	8,71 ± 0,22 a	7,11 ± 0,29 a

**Одновременное прямое укоренение *ex vitro* и адаптация.** Установлено достоверное влияние с высоким уровнем значимости ( $p < 0,001$ ) срока укоренения, сортовых особенностей и двух факторов вместе (сорт × срок укоренения) на количество укоренившихся *ex vitro* микропобегов жимолости. Максимальный выход укорененных побегов (100 %) получен в весенний период (апрель – май) у обоих сортов. Хорошие показатели укореняемости отмечены также в летний период для обоих сортов: 80,0–83,67 % для Зинри и 76,11–78,07 % для сорта Сінявокая, а в раннеосенний период (сентябрь – октябрь) только для сорта Зинри: 77,12 % укорененных *ex vitro* микропобегов. В зимний, самый неблагоприятный для укоренения *ex vitro*, период можно получать не менее 42,67–48,61 % (сорт Сінявокая) и не менее 64,0–66,2 % (сорт Зинри) укорененных и уже адаптированных к нестерильным условиям растений жимолости этих сортов (табл. 8).

Таблица 8. Влияние срока посадки на результативность прямого укоренения *ex vitro* микропобегов жимолости синей (субстрат *Sphagnum L.* + слой торфа)

Table 8. Effect of planting time on the efficiency of direct *ex vitro* rooting of blue honeysuckle microshoots (substrate – *Sphagnum L.* + peat layer)

Срок укоренения	Количество укоренившихся <i>ex vitro</i> микропобегов, %	
	Зинри	Сінявокая
Январь – февраль	64,0 ± 2,31 c	42,67 ± 2,67 e
Апрель – май	<b>100 ± 0 a</b>	<b>100 ± 0 a</b>
Июнь – июль	<b>80,0 ± 4,38 b</b>	<b>78,07 ± 4,21 b</b>
Август – сентябрь	<b>83,67 ± 4,65 b</b>	<b>76,11 ± 2,0 b</b>
Сентябрь – октябрь	<b>77,12 ± 2,02 b</b>	51,46 ± 3,52 d
Ноябрь – декабрь	66,20 ± 1,56 c	48,61 ± 1,87 de
<i>Среднее по фактору А (сорт)</i>		
Зинри	<b>78,50 ± 3,07 A</b>	
Сінявокая	66,15 ± 5,0 B	
<i>Среднее по фактору В (срок укоренения)</i>		
Январь – февраль	53,33 ± 5,02 F	
Апрель – май	<b>100 ± 0 C</b>	
Июнь – июль	<b>79,04 ± 2,75 D</b>	
Август – сентябрь	<b>79,89 ± 2,83 D</b>	
Сентябрь – октябрь	64,29 ± 6,02 E	
Ноябрь – декабрь	57,41 ± 4,08 F	

Примечание. Данные с одинаковыми буквами по столбцам и строкам статистически не различаются при  $p < 0,05$  (критерий Дункана). Данные отображены в виде среднее значение ± стандартная ошибка.

Note. Data with the same letters in columns and rows are not statistically different at  $p < 0.05$  (Duncan criterion). Data are shown as mean ± standard error.

Таким образом, анализ средних значений укореняемости микропобегов *ex vitro* по фактору А (сорт) без учета срока укоренения показал высокую ризогенную активность у сорта Зинри (78,5 % укоренившихся *ex vitro* микропобегов) и чуть ниже у сорта Сінявокая (66,15 %). Анализ средних значений укореняемости микропобегов *ex vitro* по фактору В (срок укоренения) без учета сортовых особенностей установил 100%-ю укореняемость микропобегов в весенний период (апрель – май), не менее 79 % в летний период и в осенне-зимний период – не менее 53 %.

**Длительное хранение жимолости синей при температуре +3–4 °С в условиях бытового холодильника.** В. А. Высоцкий [23] отмечает, что пробирочные растения жимолости сорта Нимфа на стадии пролиферации плохо реагируют на хранение при низких положительных температурах (+2 °С) в условиях бытового холодильника: к 18-му месяцу хранения наблюдалась их полная гибель. По данным И. А. Бьядовского [24], использование питательных сред с добавлением жасмоновой кислоты в концентрациях 0,5 и 1,0 мг/л обеспечивает сохранность микрорастений жимолости сортов Нимфа и Морена на уровне 14,3–28,6 % через 36 мес. депонирования при низких положительных температурах (+3–6 °С).

В своих исследованиях для длительного хранения мы использовали растения-регенеранты высотой более 2 см на стадии микроразмножения (среды MS 1,5 и MS 1,5Fe, отличающиеся формой железа) и на стадии укоренения (среда Уж). Установлено достоверное влияние питательной среды ( $p < 0,001$ ) и двух факторов вместе ( $p < 0,05$ ) (сорт × питательная среда) на количество жизнеспособных и некротировавших растений жимолости в ходе длительного хранения при температуре +3–4 °С. Сортовых различий при хранении жимолости не наблюдали: сорта жимолости Зинри и Сінявокая плохо перенесли хранение в течение 12 мес. (рис. 3).

Среднее значение количества жизнеспособных растений через 12 мес. (без учета питательной среды) для сорта Сінявокая составило 14,44 % и для сорта Зинри 17,56 %. Лучший показатель выживаемости при длительном хранении отмечен у растений-регенерантов, предварительно укорененных на среде для ризогенеза: у сорта Зинри 27,67 % жизнеспособных растений и у сорта Сінявокая – 23,33 %. Достоверное влияние двух различных хелатов железа: FeNa-EDTA, представленного в базовой среде MS, и Ferric-EDDHA на выживаемость растений-регенерантов установлено только у сорта Зинри. Замена FeNa-EDTA на Ferric-EDDHA в питательной среде MS увеличило количество жизнеспособных растений при длительном хранении сорта Зинри на 15 %, у сорта Сінявокая при использовании обеих форм железа достоверных различий по количеству растений, сохранивших жизнеспособность, не наблюдали, но тенденция в пользу использования Ferric-EDDHA сохранилась (табл. 9).

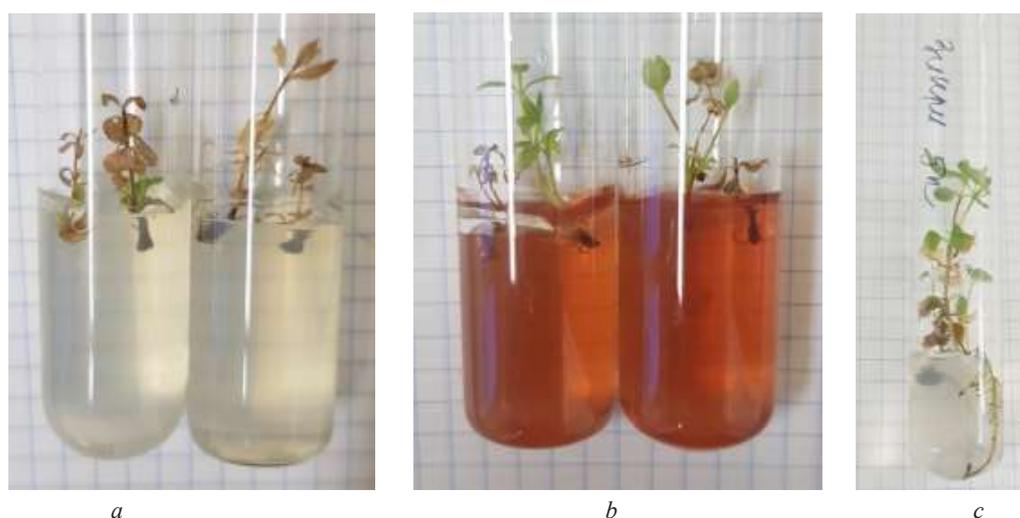


Рис. 3. Растения-регенеранты жимолости сорта Зинри после длительного хранения (12 мес.) при низких положительных температурах: а – среда MS 1,5; б – среда MS 1,5Fe; в – среда Уж

Fig. 3. Honeysuckle microplants of cv. Zinri after long-term cold storage (12 months) at low positive temperatures: а – medium MS 1.5; б – medium MS 1.5Fe; в – medium “Уж”

Таблица 9. Длительное хранение жимолости синей при температуре +3–4 °С в условиях бытового холодильника

Table 9. Long-term cold storage of blue honeysuckle at a temperature of +3–4 °C in refrigerator

Сорт	Питательная среда	Количество жизнеспособных растений-регенерантов, %	Количество некротировавших растений-регенерантов, %
Зинри	MS 1,5	5,0 ± 0 d	95,0 ± 0 d
	MS 1,5Fe	20,0 ± 2,89 b	80,0 ± 2,89 b
	Уж	<b>27,67 ± 2,40 a</b>	72,33 ± 2,40 a
Сінявокая	MS 1,5	8,33 ± 1,67 cd	91,67 ± 1,67 cd
	MS 1,5Fe	11,67 ± 1,67 c	88,33 ± 1,67 b
	Уж	<b>23,33 ± 1,67 ab</b>	76,67 ± 1,67 ab
Среднее по фактору А (сорт)			
Зинри		17,56 ± 3,50 А	82,44 ± 3,50 А
Сінявокая		14,44 ± 2,42 А	85,56 ± 2,42 А
Среднее по фактору В (питательная среда)			
MS 1,5		6,67 ± 1,05 D	93,33 ± 1,05 D
MS 1,5Fe		15,83 ± 2,38 C	84,17 ± 2,39 C
Уж		<b>25,50 ± 1,63 B</b>	<b>74,50 ± 1,63 B</b>

**Восстановление роста и развития после длительного хранения.** Растения-регенеранты, имеющие визуальную жизнеспособность после длительного хранения, были посажены на свежую питательную среду для микроразмножения MS 1,5. В течение 1-го пассажа (6 недель) рост и развитие растений как сорта Зинри, так и сорта Сінявокая восстановились.

**Выводы.** Введение в культуру *in vitro* сортов Зинри и Сінявокая эффективно проводить в период интенсивного роста побегов (1-я декада июня). В качестве эксплантов лучше использовать точки роста до 1,0 мм, выделенные из верхушечных и пазушных почек зеленых побегов и питательную среду WPM, дополненную 6-БА в концентрации 1,0 мг/л. Количество стерильных активно регенерирующих эксплантов при этом составило 32,79 и 34,46 % для сортов Зинри и Сінявокая соответственно. Возраст маточного насаждения в пределах 16 лет, с которого берутся черенки, не оказывает достоверного влияния на эффективность введения культуры *in vitro* жимолости синей.

На этапе собственно микроразмножения сортов Зинри и Сінявокая лучше использовать питательную среду MS с увеличением концентрации хелата железа в 2 раза и добавлением 6-БА в концентрации 1,5 мг/л (коэффициент размножения не менее 5,0 у обоих сортов).

На этапе ризогенеза *in vitro* сортов Зинри и Сінявокая лучше использовать питательную среду MS с уменьшением концентрации макро- и микросолей и хелата железа в 2 раза и пониженным содержанием сахарозы (20 г/л). Добавление ИМК в концентрации 1,5–2,0 мг/л обеспечивает не менее 87 % укорененных растений-регенерантов у обоих сортов.

Высокие показатели адаптации предварительно укорененных растений в условиях *ex vitro* (не менее 85 %) можно получить при использовании в качестве субстрата агроперлита.

В процессе клонального микроразмножения жимолости синей сортов Зинри и Сінявокая этап укоренения *in vitro* можно исключить, проведя одновременное прямое укоренение *ex vitro* и адаптацию растений-регенерантов, тем самым сокращая затраты на получение высококачественного посадочного материала. Для прямого укоренения *ex vitro* необходимо использовать субстрат на основе мха *Sphagnum* L. с поверхностным слоем (0,5 см) торфа. Выход укорененных микропобегов составляет 100 % в весенний период (апрель – май), не менее 79 % в летний период и не менее 53 % в осенне-зимний период.

Длительное хранение (до 12 мес.) жимолости синей сортов Зинри и Сінявокая при низких положительных температурах +3–4 °С в условиях бытового холодильника лучше осуществлять на стадии укоренения (среда MS с уменьшением концентрации макро- и микросолей и хелата железа в 2 раза, пониженным содержанием сахарозы – 20 г/л, ИМК – 1,0 мг/л). Количество жизнеспособных растений через 12 мес. хранения составило 27,67 % у сорта Зинри и 23,33 % у сорта Сінявокая.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пигуль, М. Л. Новый сорт жимолости синей Зинри / М. Л. Пигуль // Плодоводство: науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т плодоводства. – Самохваловичи, 2010. – Т. 22. – С. 200–206.
2. Пигуль, М. Л. Новый сорт жимолости синей Сіянявокая / М. Л. Пигуль // Плодоводство: науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т плодоводства. – Самохваловичи, 2016. – Т. 28. – С. 198–204.
3. Sedlák, J. In vitro propagation of blue honeysuckle / J. Sedlák, F. Paprštejn // Hort. Sci. – 2007. – Vol. 34, № 4. – P. 129–131. <https://doi.org/10.17221/1871-HORTSCI>
4. Панькова, О. А. Перспективы использования биотехнологических методов в системе производства оздоровленного посадочного материала жимолости синей в Удмуртии / О. А. Панькова // Аграр. наука Евро-Северо-Востока. – 2009. – № 1 (12). – С. 43–47.
5. Акимова, С. В. Применение этиоляции на различных этапах микроклонального размножения жимолости (*Lonicera L.*) подсемейства *Caeruleae* Rehd. / С. В. Акимова, Н. А. Семенова, А. Н. Викулина // Тр. Белорус. гос. ун-та. Сер.: Физиол., биохим. и молекуляр. основы функционирования биосистем. – 2013. – Т. 8, ч. 2. – С. 33–37.
6. Dziedzic // J. Fruit Ornament Plant Res. – 2008. – Vol. 16. – P. 93–100.
7. In vitro propagation of *Lonicera kamschatica* / A. Fira [et al.] // Agricultura - Revistă de Știință și Practică Agricolă. – 2014. – № 1–2 (89–90). – P. 90–99.
8. Marcelina, K.-M. Propagation of blue honeysuckles (*Lonicera caerulea L.*) in *in vitro* culture / K.-M. Marcelina, O. Irenusz // J. Basic Appl. Sci. – 2014. – Vol. 10. – P. 164–169. <https://doi.org/10.6000/1927-5129.2014.10.22>
9. In vitro propagation of blue honeysuckle (*Lonicera edulis*) / O. Ninjmaa [et al.] // Int. J. Res. Stud. Sci. Eng. Technol. – 2015. – Vol. 2, № 10. – P. 57–61.
10. Получение *in vitro* культур жимолости синей сортов 'Лазурная', 'Аврора', 'Камчадалка', 'Ленинградский великан' / О. И. Махонина [и др.] // Биология клеток растений *in vitro* и биотехнология: тез. докл. XI Междунар. конф., Минск, 23–27 сент. 2018 г. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: В. Н. Решетников [и др.]. – Минск, 2018. – С. 146.
11. Семенова, Н. А. Совершенствование технологии размножения *in vitro*, условий адаптации и доращивания жимолости съедобной: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.08 / Н. А. Семенова; Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева. – М., 2016. – 26 с.
12. Karhu, S. T. Axillary shoot proliferation of blue honeysuckle / S. T. Karhu // Plant Cell, Tissue Organ Culture. – 1997. – Vol. 48, № 3. – P. 195–201. <https://doi.org/10.1023/A:1005842022064>
13. Высоцкий, В. А. Клональное микроразмножение жимолости в производственных условиях / В. А. Высоцкий, В. А. Валиков // Садоводство и виноградарство. – 2014. – № 6. – С. 18–23.
14. Comparative study on different methods *Lonicera japonica* Thunb. Micropropagation and acclimatization / J. X. Hui [et al.] // J. Med. Plants Res. – 2012. – Vol. 6, N 27. – P. 4389–4393. <https://doi.org/10.5897/jmpr011.1715>
15. Макаров, С. С. Влияние состава питательной среды на клональное микроразмножение жимолости съедобной / С. С. Макаров, Е. А. Калашникова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 49. – С. 217–222.
16. Макаров, С. С. Влияние регуляторов роста на органогенез жимолости при клональном микроразмножении / С. С. Макаров, И. Б. Кузнецов // Вестн. НГАУ. – 2018. – № 4 (49). – С. 36–42. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2018-49-4-36-42>
17. Сорокопудов, В. Н. Сорта съедобной жимолости: биология и основы культивирования / В. Н. Сорокопудов, А. Г. Куклина, М. Т. Упадышев. – М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2018. – 160 с.
18. Колбанова, Е. В. Жимолость синяя / Е. В. Колбанова // Размножение плодовых, ягодных растений, винограда и хмеля в культуре *in vitro* / Н. В. Кухарчик [и др.]; под общ. ред. Н. В. Кухарчик. – Минск, 2021. – 123–163.
19. Колбанова, Е. В. Одновременное прямое укоренение *ex vitro* и адаптация микропобегов жимолости синей (*Lonicera caerulea L. var. kamschatica*) / Е. В. Колбанова // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2020. – Т. 58, № 3. – С. 298–310. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2020-58-3-298-310>
20. Колбанова, Е. В. Введение в культуру *in vitro* сортов жимолости синей (*Lonicera caerulea L. var. kamschatica*) / Е. В. Колбанова, С. Э. Семенов // Плодоводство: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларусі, Ин-т плодоводства. – Минск, 2019. – Т. 31. – С. 162–168.
21. Колбанова, Е. В. Влияние фитогормонов в составе питательной среды на пролиферацию у растений-регенерантов сортов жимолости синей (*Lonicera caerulea L. var. kamschatica*) / Е. В. Колбанова // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2020. – Т. 65, № 1. – С. 88–97. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2020-65-1-88-97>
22. Колбанова, Е. В. Влияние различных субстратов и поры года на адаптацию *ex vitro* растений-регенерантов жимолости синей (*Lonicera caerulea L. var. kamschatica*) / Е. В. Колбанова // Плодоводство: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларусі, Ин-т плодоводства. – Минск, 2018. – Т. 30. – С. 159–164.
23. Высоцкий, В. А. Совершенствование методов сохранения ценных генотипов плодовых и ягодных культур *in vitro* / В. А. Высоцкий // Плодоводство и ягодоводство России. – 2015. – Т. 41. – С. 69–73.
24. Бьядовский, И. А. Влияние жасмоновой кислоты и пониженной температуры на длительность хранения жимолости (*Lonicera*) в культуре *in vitro* / И. А. Бьядовский // Плодоводство и ягодоводство России. – 2018. – Т. 55. – С. 64–68. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2018-55-64-68>

## References

1. Pigul M. L. New cultivar honeysuckle Zinri. *Plodovodstvo: nauchnye trudy = Fruit growing: scientific works*. Samokhvalovich, 2010, vol. 22, pp. 200–206 (in Russian).
2. Pigul M. L. New honeysuckle cultivar 'Sinyavokaya'. *Plodovodstvo: nauchnye trudy = Fruit growing: scientific works*. Samokhvalovich, 2016, vol. 28, pp. 198–204 (in Russian).
3. Sedlák J., Paprštejn F. In vitro propagation of blue honeysuckle. *Horticultural Science*, 2007, vol. 34, no. 4, pp. 129–131. <https://doi.org/10.17221/1871-HORTSCI>
4. Pan'kova O. A. Prospects for the use of biotechnological methods in system of production of healthy planting material of blue honeysuckle in Udmurtia. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*, 2009, no. 1 (12), pp. 43–47 (in Russian).
5. Akimova S. V., Semenova N. A., Vikulina A. N. Propagation of blue honeysuckle (*Caeruleae* Rehd.) With. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Fiziologicheskie, biokhimicheskie i molekulyarnye osnovy funkcionirovaniya biosistem* [Proceedings of the Belarusian State University. Series of Physiological, Biochemical and Molecular Biology Sciences], 2013, vol. 8, pt. 2, pp. 33–37 (in Russian).
6. Dziedzic E. Propagation of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* Pojark.) in *in vitro* culture. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 2008, vol. 16, pp. 93–100.
7. Fira A., Clapa D., Cristea V., Plopa C. In vitro propagation of *Lonicera kamtschatica*. *Agricultura – Revistă de Știință și Practică Agricolă*, 2014, no. 1–2 (89–90), pp. 90–99.
8. Marcelina K.-M., Ireneusz O. Propagation of blue honeysuckles (*Lonicera caerulea* L.) in *in vitro* culture. *Journal of Basic & Applied Sciences*, 2014, vol. 10, pp. 164–169. <https://doi.org/10.6000/1927-5129.2014.10.22>
9. Ninjmaa O., Gereltuya P., Saranchimeg B., Narangoo A. In vitro propagation of blue honeysuckle (*Lonicera edulis*). *International Journal of Research Studies in Science, Engineering and Technology*, 2015, vol. 2, no. 10, pp. 57–61.
10. Makhonina O. I., Lastenko I. L., Chernousova I. A., Balkovskaya A. V., Filipenya V. L. Obtaining of *in vitro* culture of blue honeysuckle cultivars 'Lazurnaya', 'Avrora', 'Kamchadalka', 'Leningradskiy velikan'. *Biologiya kletok rastenii in vitro i biotekhnologiya: tezisy dokladov XI Mezhdunarodnoi konferentsii, Minsk, 23–27 sentyabrya 2018 g.* [The biology of plant cells in vitro and biotechnology: theses of reports XI International conference, Minsk, 23–27 September 2018 g.]. Minsk, 2018, p. 146 (in Russian).
11. Semenova N. A. *Improving of in vitro propagation technology, conditions of adaptation and growing of edible honeysuckle*. Moscow, 2016. 26 p. (in Russian).
12. Karhu S. T. Axillary shoot proliferation of blue honeysuckle. *Plant Cell, Tissue Organ Culture*, 1997, vol. 48, no. 3, pp. 195–201. <https://doi.org/10.1023/A:1005842022064>
13. Vysotskiy V. A., Valikov V. A. Clonal micropropagation of honey suckle for commercial purposes. *Sadovodstvo i vinogradarstvo = Horticulture and Viticulture*, 2014, no. 6, pp. 18–23 (in Russian).
14. Hui J. X., Wen S. C., Hua Z. Y., Ming L. X. Comparative study on different methods *Lonicera japonica* Thunb. Micropropagation and acclimatization. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2012, vol. 6, no. 27, pp. 4389–4393. <https://doi.org/10.5897/jmpr011.1715>
15. Makarov S. S., Kalashnikova E. A. Influence of nutrient medium composition on clonal micropropagation of honeysuckle edible. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii = Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*, 2017, vol. 49, pp. 217–222 (in Russian).
16. Makarov S. S., Kuznetsova I. B. Influence of growth regulators on organogenesis of honeyberry when clonic micropropagation. *Vestnik NGAU = Bulletin of NSAU*, 2018, no. 4 (49), pp. 36–42 (in Russian). <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2018-49-4-36-42>
17. Sorokopudov V. N., Kuklina A. G., Upadyshev M. T. *Cultivars of edible honeysuckle: biology and the basis of cultivation*. Moscow, All-Russian Selection and Technological Institute of Horticulture and Nursery, 2018. 160 p. (in Russian).
18. Kolbanova E. V. Blue honeysuckle. *Razmnozhenie plodovykh, yagodnykh rastenii, vinograda i khmeliya v kul'ture in vitro* [Propagation of fruit and berry plants, grape and hop in *in vitro* culture]. Minsk, 2021, pp. 123–163 (in Russian).
19. Kolbanova E. V. Simultaneous direct *ex vitro* rooting and adaptation of the blue honeysuckle micro-sprouts (*Lonicera Caerulea* L. var. *kamtschatica*). *Vesti Natsyonal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2020, vol. 58, no. 3, pp. 298–310 (in Russian). [doi.org/10.29235/1817-7204-2020-58-3-298-310](https://doi.org/10.29235/1817-7204-2020-58-3-298-310)
20. Kolbanova E. V., Semenas S. E. Initiation of *in vitro* culture of the blue honeysuckle cultivars (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica*). *Plodovodstvo: sbornik nauchnykh trudov = Fruit growing: collection of scientific papers*. Samokhvalovich, 2019, vol. 31, pp. 162–168 (in Russian).
21. Influence of fitohormones in the nutrient medium on the proliferation at the microplants of blue honeysuckle cultivars (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica*). *Vesti Natsyonal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyagichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2020, vol. 65, no. 1, pp. 88–97 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2020-65-1-88-97>
22. Kolbanova E. V. Various substrates and season of the year effect on honeysuckle (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica*) plant regenerants *ex vitro* adaptation. *Plodovodstvo: sbornik nauchnykh trudov = Fruit growing: collection of scientific papers*. Samokhvalovich, 2018, vol. 30, pp. 159–164 (in Russian).
23. Vysotskiy V. A. Improving of maintenance *in vitro* technique for valuable genotypes of fruit trees and small fruit plants *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii = Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*, 2015, vol. 41, pp. 69–73 (in Russian).

24. Vjadovskiy I. A. Effect of jasmonic acid and reduced temperature on the storage time of honeysuckle (*Lonicera*) in culture in vitro. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii = Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*, 2018, vol. 55, pp. 64–68 (in Russian). <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2018-55-64-68>

### **Информация об авторе**

*Колбанова Елена Вячеславовна* – кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией диагностики отдела биотехнологии, Институт плодородства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Ковалева, 2, 223013, аг. Самохваловичи, Минский район, Минская область, Республика Беларусь. E-mail: kolbanova@tut.by

### **Information about the author**

*Elena V. Kolbanova* – Ph. D. (Biology), Associate Professor, Head of Diagnostic laboratory of the Biotechnology Department, Institute for Fruit Growing, National Academy of Sciences of Belarus (2, Kovaleva Str., 223013, agro-town Samokhvalovichy, Minsk District, Minsk Region, Republic of Belarus). E-mail: kolbanova@tut.by