

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.П. Филиппова. 2023. № 3 (72). С. 87–94.

Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov. 2023;3(72):87–94.

Научная статья

УДК 634.73

doi: 10.34655/bgsha.2023.72.3.010

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СТЕРИЛИЗУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO* ЛЕСНЫХ ЯГОДНЫХ РАСТЕНИЙ РОДА *VACCINIUM*

С.С. Макаров<sup>1,2</sup>, Е.И. Куликова<sup>3</sup>, И.Б. Кузнецова<sup>4</sup>, Т.А. Макарова<sup>5</sup>, З.А. Самойленко<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

<sup>2</sup>Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

<sup>3</sup>Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, с. Молочное, Вологда, Вологодская обл., Россия

<sup>4</sup>Костромская государственная сельскохозяйственная академия, п. Караваево, Костромской р-н, Костромская обл., Россия

<sup>5</sup>Сургутский государственный университет, Сургут, Ханты-Мансийский АО – Югра, Россия

Автор, ответственный за переписку: Сергей Сергеевич Макаров, makarov\_serg44@mail.ru

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований по клональному микроразмножению клюквы крупноплодной (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) российских сортов и голубики топяной (*Vaccinium uliginosum* L.) форм северно-российского происхождения на этапе введения в культуру *in vitro*. Создание плантаций лесных ягодных растений на выработанных торфяниках будет способствовать удовлетворению спроса на ягодную продукцию. Для ускоренного получения высококачественного посадочного материала ягодных растений наиболее целесообразно применять метод клонального микроразмножения. В настоящее время при получении первичной антисептической культуры перед введением растительных фрагментов в культуру *in vitro* в качестве стерилизующих агентов находят применение современные дезинфицирующие препараты и моющие средства. Лучшая приживаемость (80–93%) эксплантов из латеральных почек клюквы крупноплодной сортов Мерянка и Славянка в культуре *in vitro* на питательной среде WPM отмечена при стерилизации растворами нитрата серебра 0,2% в течение 10–15 мин и дезинфицирующего средства Лизоформин 3000 5% в течение 15 мин. Лучшая приживаемость (58–80%) эксплантов из латеральных почек голубики топяной форм Архангельская и Вологодская в культуре *in vitro* на питательной среде WPM выявлена при стерилизации растворами нитрата серебра 0,2% в течение 10 мин и дезинфицирующего средства Лизоформин 3000 5% в течение 15 мин. Жизнеспособность эксплантов из этиолированных побегов *in vitro* была выше, чем у эксплантов из латеральных почек в аналогичных условиях и достигала у клюквы крупноплодной 92–100%, у голубики топяной – 82–96%.

**Ключевые слова:** клюква крупноплодная, голубика топяная, клональное микроразмножение, *in vitro*, стерилизация, эксплант, этиолированные побеги.

**Благодарности:** Работа выполнена за счет средств Программы развития университета в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

## THE USAGE OF MODERN STERILIZING AGENTS WHEN INTRODUCING FOREST BERRY PLANTS OF THE *VACCINIUM* GENUS INTO *IN VITRO* CULTURE

Sergey S. Makarov<sup>1,2</sup>, Elena I. Kulikova<sup>3</sup>, Irina B. Kuznetsova<sup>4</sup>, Tatiana A. Makarova<sup>5</sup>,  
Zoya A. Samoilenko<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

<sup>3</sup>Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Molochnoe, Vologda, Russia

<sup>4</sup>Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, Kostroma district, Kostroma region, Russia

<sup>5</sup>Surgut State University, Surgut, Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra, Russia

Corresponding author: Sergey S. Makarov, makarov\_serg44@mail.ru

**Abstract.** *The article deals with the results of studies on clonal micropropagation of American cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) of Russian varieties and forms of bog blueberry (*Vaccinium uliginosum* L.) of Northern Russian origin at the stage of introduction into in vitro culture. Creating the plantations of forest berry plants on depleted peatlands will help meet the demand for berry products. To accelerate the production of high-quality planting material for berry plants it is desirable to use the method of clonal micropropagation. These days, modern disinfectants and detergents are used as sterilizing agents when obtaining a primary antiseptic culture before introducing plant fragments into in vitro culture. The best survival rate (80–93%) of explants from the lateral buds of the American cranberry of the Meryanka and Slavyanka varieties in in vitro culture on WPM nutrient medium is observed when sterilized with silver nitrate solutions 0.2% for 10–15 min and with the disinfectant Lysoformin 3000 5% for 15 minutes. The best survival rate (58–80%) of explants from the lateral buds of bog blueberry of the Arkhangelsk and Vologda forms in in vitro culture on a WPM nutrient medium is detected when sterilized with solutions of silver nitrate 0.2% for 10 min and disinfectant Lysoformin 3000 5% for 15 min. The viability of explants from etiolated shoots in vitro was higher than that of explants from lateral buds under similar conditions and reached 92–100% for American cranberry and 82–96% for bog blueberry.*

**Keywords:** American cranberry, bog blueberry, clonal micropropagation, *in vitro*, sterilization, explant, etiolated shoots.

**Acknowledgments:** The work was carried out using the funds of the University Development Program within the framework of the Strategic Academic Leadership Program “Priority-2030”.

**Введение.** В последние годы активно возрастает спрос на продукцию лесных ягодных растений (клюква, голубика, брусника, морошка, княженика и др.), обладающих высокой пищевой, лекарственной и декоративной привлекательностью. Однако на данный момент на отечественном рынке эта потребность недостаточно обеспечивается, а развитие отрасли промышленной заготовки и переработки дикоросов в стране до сих пор остается на очень низком уровне из-за целого ряда экономических, правовых, организационных и технических проблем [1-4]. Многие виды из рода *Vaccinium* (клюква болот-

ная, клюква крупноплодная, брусника обыкновенная, голубика топяная, голубика узколистная и др.) способны успешно произрастать на бедных кислых почвах и хорошо зарекомендовали себя при культивировании на выработанных торфяниках, что подтверждается опытом разных стран [5-7].

Для увеличения объемов заготовки в целях удовлетворения возрастающего спроса на ягодную продукцию необходимо выращивание лесных ягодных растений на специализированных плантациях. Для их создания перспективно использовать выработанные торфяные место-

рождения, которые на территории России занимают более 1 млн га. При этом большую актуальность в современных экономических условиях приобретает использование российских сортов и форм лесных ягодных растений, адаптированных к суровым почвенно-климатическим условиям северных регионов страны [5]. При создании плантаций наиболее целесообразно применять метод клонального микроразмножения, позволяющий ускоренно получать большое количество высококачественного оздоровленного и генетически однородного посадочного материала [8; 9].

Одним из самых трудоемких этапов при клональном микроразмножении растений является получение первичной антисептической культуры. Для введения растительных фрагментов (сегментов, эксплантов) в культуру *in vitro* и дальнейшего их культивирования необходимо учитывать видовую специфику растительного материала, на основе которой должна быть разработана методика стерилизации исходного материала. Поскольку изолированные фрагменты растений, помещенные в питательную среду, могут легко поражаться микроорганизмами, перед введением эксплантов растений в культуру *in vitro* необходимо проводить их стерилизацию, выдерживая их в стерилизующих растворах с последующим многократным промыванием стерильной водой. При использовании молодых побегов в качестве эксплантов особое внимание необходимо уделять «мягким» антисептическим растворам и фунгицидам, тогда как использование хлорных антисептиков приводит к гибели эксплантов (некрозу) [8–11]. В настоящее время в качестве стерилизующих агентов все больше находят применение современные дезинфицирующие препараты и моющие средства.

**Цель исследований** – изучение влияния стерилизующих агентов на жизнеспособность эксплантов растений российских сортов клюквы крупноплодной и севернороссийских форм голубики топяной *in vitro*.

**Объекты и методы.** Исследования по клональному микроразмножению растений проводили на базе САФУ имени М.В. Ломоносова, Сургутского государственного университета и Вологодской ГМХА им. Н.В. Верещагина в 2021–2023 гг. с использованием общепринятых методик [8; 12]. В качестве исходного растительного материала для введения в культуру *in vitro* использовали латеральные (пазушные) почки и этиолированные побеги лесных ягодных растений рода *Vaccinium*: клюквы крупноплодной (*V. macrocarpon* Ait.) сортов российской селекции (Мерянка, Славянка); голубики топяной (*V. uliginosum* L.) форм Архангельская и Вологодская, отобранных в природных популяциях в соответствующих регионах России.

Перед введением эксплантов в культуру *in vitro* исходные фрагменты растений предварительно промывали в мыльном растворе и под проточной водой. Дальнейшие манипуляции проводились в боксе микробиологической безопасности BA-Safe 120. Промытые экспланты помещали на 1 мин в 96% этиловый спирт, затем – в основной стерилизующий агент. После выдержки растительных объектов в стерилизующем агенте их тщательно отмывали от стерилизующего вещества путем многократного ополаскивания при 5–7-кратной смене стерильной воды.

Для обработки вводимого в культуру *in vitro* растительного материала в качестве стерилизующих агентов применяли растворы гипохлорита натрия (5%), пергидроля (10%), сулемы (0,2%), нитрата серебра (0,2%), дезинфицирующих средств Ника-2 (0,01%) и Лизоформин 3000 (5%). После стерилизации экспланты и этиолированные побеги отмывали стерильной водой 3 раза по 15 мин. Далее их помещали на культуральную среду Woody Plant Medium (WPM) при соблюдении условий культивирования: 16-часовой фотопериод, освещенность (люминесцентные лампы) – 2 тыс. лк, температура воздуха +23°C, влажность воздуха – 75–80%. Учитывали жизнеспособность эксп-

лантов и этиолированных побегов как соотношение числа выживших к общему числу введенных в культуру. Повторность опыта 3-кратная, по 100 эксплантов в каждой. Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Microsoft Office Excel 2016.

**Результаты и обсуждение.** На этапе введения в культуру *in vitro* экспланты из латеральных почек клюквы крупноплодной оказались наиболее жизнеспособными при стерилизации  $\text{AgNO}_3$  0,2% с

экспозицией 15 мин (90–93%) и 10 мин (80–85%), а также препаратом Лизоформин 3000 5% с экспозицией 15 мин (85–89%). При использовании растворов дезинфицирующего средства Ника-2 0,01% и сулемы 0,2% жизнеспособность эксплантов из латеральных почек составляла при экспозиции 10 мин соответственно 70–72% и 61–63%, тогда как при экспозиции 15 мин она была меньше в 1,1 и 1,5 раза (табл. 1).

**Таблица 1** – Жизнеспособность (%) эксплантов из латеральных почек клюквы крупноплодной в культуре *in vitro* в зависимости от стерилизующих агентов и времени экспозиции

Сорт	Стерилизующий агент	Время экспозиции, мин			
		3	5	10	15
Мерянка	Гипохлорит натрия 5%	10	21	45	54
	Пергидроль 10%	12	25	51	42
	Сулема 0,2%	16	25	63	40
	$\text{AgNO}_3$ 0,2%	14	17	85	90
	Ника-2 0,01%	13	21	72	63
	Лизоформин 3000 5%	11	19	70	89
Славянка	Гипохлорит натрия 5%	6	23	40	51
	Пергидроль 10%	4	29	59	38
	Сулема 0,2%	3	31	61	42
	$\text{AgNO}_3$ 0,2%	10	21	80	93
	Ника-2 0,01%	11	30	70	68
	Лизоформин 3000 5%	13	26	62	85

У эксплантов из этиолированных побегов клюквы крупноплодной обоих исследуемых сортов наиболее высокая жизнеспособность отмечена при использовании  $\text{AgNO}_3$  0,2% с экспозицией 10 мин (98–100%) и при использовании препарата Лизоформин 3000 5% с экспозицией 15 мин (92–95%). Достаточно высокая жизнеспособность эксплантов из этиолированных побегов наблюдалась также при экспозиции 10 мин в вариантах с гипохлоритом натрия 5% (70–75%), пергидролем 10% (71–72%), сулемой (67–70%), препаратами Ника-2 0,01% (78–80%) и Лизоформин 3000 5% (76–82), а при экспозиции 15 мин – в вариантах с гипохлоритом натрия 5% (61–65%),  $\text{AgNO}_3$  0,2% (75–77%) и препаратом Ника-2 0,01% (60–65%) (табл. 2).

Из вышеприведенных примеров следует, что при аналогичных условиях сте-

рилизации жизнеспособность эксплантов клюквы крупноплодной из этиолированных побегов была выше, чем из латеральных почек. В качестве основных стерилизаторов эксплантов клюквы крупноплодной из этиолированных побегов возможно применение практически всех исследуемых препаратов в экспозиции 10 мин. Жизнеспособность обоих типов эксплантов при обработке исследуемыми стерилизующими агентами с экспозицией 3 и 5 мин была низкой и не превышала 3–26% и 17–50% соответственно.

В результате исследований по клональному микроразмножению голубики топяной на этапе введения в культуру *in vitro* выявлено, что наиболее эффективными для стерилизации эксплантов из латеральных почек оказались  $\text{AgNO}_3$  0,2% и Лизоформин 3000 5%, где жизнеспособность эксплантов у формы Архангельская

**Таблица 2** – Жизнеспособность (%) эксплантов из этиолированных побегов клюквы крупноплодной в культуре *in vitro* в зависимости от стерилизующих агентов и времени экспозиции

Сорт	Стерилизующий агент	Время экспозиции, мин			
		3	5	10	15
Мерянка	Гипохлорит натрия 5%	20	40	75	65
	Пергидроль 10%	24	42	72	60
	Сулема 0,2%	18	46	67	52
	AgNO <sub>3</sub> 0,2%	20	39	98	77
	Ника-2 0,01%	22	35	80	60
	Лизоформин 3000 5%	26	40	82	92
Славянка	Гипохлорит натрия 5%	18	42	70	61
	Пергидроль 10%	21	48	71	53
	Сулема 0,2%	19	50	70	48
	AgNO <sub>3</sub> 0,2%	23	41	100	75
	Ника-2 0,01%	16	33	78	65
	Лизоформин 3000 5%	10	38	76	95

при экспозиции 15 мин достигала 58–80%, при 10 мин – 58–60% соответственно. При этом у эксплантов голубики формы Вологодская наиболее высокая жизнеспособ-

ность (56–59%) эксплантов наблюдалась при обработке теми же стерилизующими растворами в экспозиции 10 мин (табл. 3)

**Таблица 3** – Жизнеспособность (%) эксплантов их латеральных почек голубики топяной в культуре *in vitro* в зависимости от стерилизующих агентов и времени экспозиции

Форма	Стерилизующий агент	Время экспозиции, мин			
		3	5	10	15
Архангельская	Гипохлорит натрия 5%	6	24	45	39
	Пергидроль 10%	14	18	50	30
	Сулема 0,2%	9	20	41	34
	AgNO <sub>3</sub> 0,2%	12	29	60	58
	Ника-2 0,01%	8	19	38	45
	Лизоформин 3000 5%	10	30	58	80
Вологодская	Гипохлорит натрия 5%	8	21	48	28
	Пергидроль 10%	13	17	36	27
	Сулема 0,2%	10	16	40	25
	AgNO <sub>3</sub> 0,2%	14	27	56	40
	Ника-2 0,01%	10	22	42	32
	Лизоформин 3000 5%	15	28	59	42

При стерилизации эксплантов голубики топяной из этиолированных побегов наиболее высокая жизнеспособность у обеих исследуемых форм в культуре *in vitro* отмечена в вариантах с использованием AgNO<sub>3</sub> 0,2% при экспозиции 10 мин (94–96%) и 15 мин (68–78%) и средства Лизоформин 3000 5% – при тех же экспозициях (соответственно, 68–70 и 82–85%) (табл. 4).

При экспозиции 3 и 5 мин процент жизнеспособных эксплантов голубики топя-

ной при обработке исследуемыми стерилизующими агентами так же, как и у клюквы, был низким и не превышал 6–17 и 17–34% соответственно. Жизнеспособность эксплантов из латеральных почек и этиолированных побегов в вариантах с гипохлоритом натрия 5%, пергидролем 10%, сулемой 0,2% и препаратом Ника-2 0,01% при экспозиции 10 мин варьировала в пределах 33–50%, при 15 мин – в 1,1–1,5 раза меньше.

Следует отметить, что жизнеспособ-

**Таблица 4** – Жизнеспособность (%) эксплантов из этиолированных побегов голубики топяной в культуре *in vitro* в зависимости от стерилизующих агентов и времени экспозиции

Форма	Стерилизующий агент	Время экспозиции, мин			
		3	5	10	15
Архангельская	Гипохлорит натрия 5%	15	30	48	29
	Пергидроль 10%	14	34	45	30
	Сулема 0,2%	17	29	33	28
	AgNO <sub>3</sub> 0,2%	16	30	96	78
	Ника-2 0,01%	14	27	50	44
	Лизоформин 3000 5%	13	26	70	85
Вологодская	Гипохлорит натрия 5%	17	22	45	34
	Пергидроль 10%	14	18	51	40
	Сулема 0,2%	12	27	39	22
	AgNO <sub>3</sub> 0,2%	11	30	94	68
	Ника-2 0,01%	10	19	40	28
	Лизоформин 3000 5%	9	23	68	82

ность эксплантов из этиолированных побегов также была выше, чем у эксплантов из латеральных почек: при использовании AgNO<sub>3</sub> 0,2% в экспозиции 10 мин и 15 мин жизнеспособность эксплантов из этиолированных побегов достигала, соответственно, 94–96 и 68–78%, из латеральных почек – в 1,3–1,7 раза меньше. В вариантах с Лизоформин 3000 5% при экспозициях 10 и 15 мин выживало, соответственно, 68–70 и 82–85% эксплантов, что в 1,2 и в 1,1–2,0 раза больше, чем эксплантов из этиолированных побегов.

**Заключение.** Таким образом, при клональном микроразмножении клюквы крупноплодной российских сортов Мерянка и Славянка и голубики топяной форм северо-русского происхождения на этапе введения в культуру *in vitro* наиболее эффективными стерилизующими агентами для эксплантов из латеральных почек оказались AgNO<sub>3</sub> 0,2% с экспозицией 10 мин и препарат Лизоформин 3000 5% с экспозицией 15 мин. При этом в аналогичных условиях стерилизации жизнеспособность эксплантов клюквы крупноплодной и голубики топяной из этиолированных побегов в культуре *in vitro* была выше, чем у эксплантов из латеральных почек.

#### Список источников

1. Усков В.С. Рынок плодово-ягодной продукции территории Европейского Севера России: состояние и перспективы разви-

тия: монография Вологда: ИСЭРТ РАН, 2015. 148 с.

2. Петров В. Экономико-правовое регулирование заготовки дикоросов в России // ЛесПромИнформ. 2016. № 4 (118). С. 122–128.

3. Лескина В. Второе дыхание отрасли дикоросов // Лесной комплекс. 2018. № 5. URL: [https://forestcomplex.ru/issues/lk2018\\_5/](https://forestcomplex.ru/issues/lk2018_5/)

4. Проблемы использования и воспроизводства фитогенных пищевых и лекарственных ресурсов леса на землях лесного фонда Костромской области / С.С. Макаров, Е.С. Багаев, С.Ю. Цареградская, И.Б. Кузнецова // Лесной журнал. 2019. № 6. С. 118–131. doi: 10.37482/0536-1036-2019-6-118. EDN: DSJOXN

5. Тяк Г.В., Курлович Л.Е., Тяк А.В. Биологическая рекультивация выработанных торфяников путем создания посадок лесных ягодных растений // Вестник Казанского гос. аграрного ун-та. 2016. Т. 11. № 2. С. 43–46. doi: 10.12737/20633. EDN: WHQVNF

6. Теория и практика размножения и плантационного выращивания лесных ягодных растений *Rubus arcticus L.*, *Oxycoccus palustris Pers.* и *Vaccinium angustifolium Ait.*: монография / С.С. Макаров, В.С. Виноградова, Г.В. Тяк, Н.А. Бабич. Караваево: Костромская ГСХА, 2021. 394 с.

7. Перспективы промышленного выращивания и биотехнологические методы размножения лесных ягодных растений: монография / С.С. Макаров, М.Т. Упадышев, Р.С. Хамитов [и др.]. М.: Колос-С, 2023. 152 с.

8. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия: учеб. / В.С. Шевелуха, Е.А.

Калашникова, Е.З. Кочиева [и др.]; под общ. ред. В.С. Швелухи. М.: URSS, 2015. 715 с.

9. Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учеб. и практикум для вузов. М.: Юрайт, 2020. 333 с.

10. Калинин Ф.Л., Сарнацкая В.В., Полищук В.Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. Киев: Наукова думка, 1980. 320 с.

11. Rutledg G.B., Douglas G.G. Culture of Meristeme Tips and Micropropagation of 12 Commercial of Populus In Vitro // *Physiol. Plant.* 1988. V. 72. № 2. P. 367–373.

12. Выращивание лесных ягодных растений в условиях in vitro: лабор. практикум / сост. С.С. Макаров, Е.А. Калашникова, И.Б. Кузнецова, Р.Н. Киракосян. Караваево: Костромская ГСХА, 2019. 48 с.

### References

1. Uskov V.S. Rynok plodovo-yagodnoj produkcii territorii Evropejskogo Severa Rossii: sostoyanie i perspektivy razvitiya [The Market of Fruit and Berry Products in the Territory of the European North of Russia: State and Development Prospects]. Vologda. 2015. 148 p. (In Russ.)

2. Petrov V. Ekonomiko-pravovoe regulirovanie zagotovki dikorosov v Rossii [Economic and Legal Regulation of Harvesting Wild Plants in Russia]. *LesPromInform.* 2016;4(118):122–128 (In Russ.)

3. Leskina V. Vtoroe dyhanie otrasli dikorosov [The Second Wind of the Wild-growing Industry]. *Lesnoj kompleks.* 2018; 5. URL: [https://forestcomplex.ru/issues/lk2018\\_5/](https://forestcomplex.ru/issues/lk2018_5/) (In Russ.)

4. Makarov S.S., Bagaev E.S., Tsaregradskaya S.Yu., Kuznetsova I.B. Problems of Use and Reproduction of Phytogenic Food and Medicinal Resources of the Forest on the Lands of the Forest Fund of the Kostroma Region. *Lesnoj zhurnal [Russian Forest Journal]*. 2019;6:118–131 (In Russ.)

5. Tyak G.V., Kurlovich L.E., Tyak A.V. Biological Reclamation of Depleted Peatlands by Creating Plantations of Forest Berry Plants.

*Vestnik Kazanskogo gos. agrarnogo un-ta.* 2016;11(2):43–46 (In Russ.)

6. Makarov S.S., Vinogradova V.S., Tyak G.V., Babich N.A. Teoriya i praktika razmnozheniya i plantacionnogo vyra-shchivaniya lesnyh yagodnyh rastenij *Rubus arcticus L., Oxycoccus palustris Pers. i Vaccinium angustifolium Ait.* [Theory and Practice of Reproduction and Plantation Cultivation of Forest Berry Plants *Rubus arcticus L., Oxycoccus palustris Pers. and Vaccinium angustifolium Ait.*]. Karavaevo, 2021. 394 p. (In Russ.)

7. Makarov S.S., Upadyshev M.T., Khamitov R.S. [et al.]. Perspektivy promyshlennogo vyrashchivaniya i biotekhnologicheskie metody razmnozheniya lesnyh yagodnyh rastenij [Prospects for Industrial Cultivation and Biotechnological Methods of Reproduction of Forest Berry Plants]. Moscow. Kolos-S, 2023. 152 p. (In Russ.)

8. Shevelukha V.S., Kalashnikova E.A., Kochieva E.Z. [et al.]; Shevelukha V.S. (ed.). Selskohozyajstvennaya biotekhnologiya i bioinzheneriya [Agricultural Biotechnology and Bioengineering]. Moscow. 2015. 715 p. (In Russ.)

9. Kalashnikova E.A. Kletochnaya inzheneriya rastenij [Cellular Plant Engineering]. Moscow. Urait, 2020. 333 p. (In Russ.)

10. Kalinin F.L., Sarnatskaya V.V., Polishchuk V.E. Metody kul'tury tkanej v fiziologii i biohimii rastenij [Methods of Tissue Culture in Plant Physiology and Biochemistry]. Kyiv: Naukova dumka, 1980. 320 p. (In Russ.)

11. Rutledg G.B., Douglas G.G. Culture of Meristeme Tips and Micropropagation of 12 Commercial of Populus In Vitro. *Physiol. Plant.* 1988;72(2):367–373.

12. Makarov S.S., Kalashnikova E.A., Kuznetsova I.B., Kirakosyan R.N. (comps.). Vyrashchivanie lesnyh yagodnyh rastenij v usloviyah in vitro: labor. praktikum [Growing Forest Berry Plants In Vitro: Laboratory Workshop]. Karavaevo. Kostroma State Agricultural Academy Publ., 2019. 48 p. (In Russ.)

### Информация об авторах

**Сергей Сергеевич Макаров** – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой декоративного садоводства и газоноведения; профессор кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов;

**Елена Ивановна Куликова** – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой растениеводства, земледелия и агрохимии; доцент;

**Ирина Борисовна Кузнецова** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, биологии и защиты растений; доцент;

**Татьяна Анатольевна Макарова** – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и биотехнологии Института естественных и технических наук; доцент;

**Зоя Анатольевна Самойленко** – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и биотехнологии Института естественных и технических наук; доцент.

#### **Information about the authors**

**Sergey S. Makarov** – Doctor of Science (Agriculture), Head of Decorative Gardening and Lawn Science Chair; Professor of Landscape Architecture and Artificial Forests Chair;

**Elena I. Kulikova** – Candidate of Science (Agriculture), Head of Plant Growing, Agriculture and Agrochemistry Chair; Associate Professor;

**Irina B. Kuznetsova** – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor of Agrochemistry, Biology and Plant Protection Chair; Associate Professor;

**Tatiana A. Makarova** – Candidate of Science (Biology), Associate Professor of Biology and Biotechnology Chair, Institute of Natural and Technical Sciences; Associate Professor;

**Zoya A. Samoylenko** – Candidate of Science (Biology), Associate Professor of Biology and Biotechnology Chair, Institute of Natural and Technical Sciences; Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 09.06.2023; одобрена после рецензирования 23.06.2023; принята к публикации 27.06.2023.

The article was submitted 09.06.2023; approved after reviewing 23.06.2023; accepted for publication 27.06.2023.