

Научная статья

УДК 634.71

doi: 10.34655/bgsha.2024.76.3.013

Микроклональное размножение форм морошки приземистой (*Rubus chamaemorus* L.), отобранных в условиях севера европейской части России и Сибири

С.С. Макаров¹, А.М. Антонов², Л.В. Зарубина³, А.И. Чудецкий¹, И.Б. Кузнецова⁴

¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

²Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

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

⁴Костромская государственная сельскохозяйственная академия, п. Караваево, Костромской р-н, Костромская обл., Россия

Автор, ответственный за переписку: Сергей Сергеевич Макаров, makarov_serg44@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по микроклональному размножению морошки приземистой (*Rubus chamaemorus* L.) форм Ленинградская и Кондинская на этапах «собственно микроразмножение» и «укоренение микропобегов в культуре *in vitro*». *R. chamaemorus* – одно из самых востребованных болотных ягодных растений в странах Северной Европы и северных регионах России, обладающее высокоценными пищевыми и фармакологическими свойствами. Для удовлетворения рыночного спроса на ягодную продукцию в условиях импортозамещения необходимо создание плантаций с использованием биотехнологических способов получения посадочного материала. Для ускоренного получения большого количества оздоровленного посадочного материала форм *R. chamaemorus* отечественного происхождения необходимы совершенствование и оптимизация технологий микроклонального размножения. Наибольшие значения числа микропобегов (в среднем, 11,8–13,3 шт.) *R. chamaemorus* и их суммарной длины (22,9–23,8 см) в культуре *in vitro* на этапе собственно микроразмножение наблюдались на культуральной среде МС. Повышение концентрации регулятора роста Цитодеф от 0,1 до 0,2 мг/л в культуральной среде способствовало увеличению числа микропобегов *R. chamaemorus* (в среднем, в 2,4–2,6 раза) и их суммарной длины (в 1,7 раза). Наибольшие значения числа (в среднем, 4,3–4,6 шт.) и суммарной длины (16,3–16,9 см) корней *R. chamaemorus* на этапе укоренения микропобегов *in vitro* отмечены на культуральной среде МС. Повышение концентрации ИУК от 0,5 до 1,0 мг/л в культуральной среде способствовало увеличению числа корней *R. chamaemorus*, в среднем, в 1,3–1,5 раза.

Ключевые слова: морошка приземистая, клональное микроразмножение, *in vitro*, культуральная среда, регуляторы роста.

Благодарности: Работа выполнена за счет средств Программы развития университета в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» (соглашение № 075-15-2023-220 от 16.02.2023).

Original article

Microclonal propagation of forms of cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) selected under the conditions of the north of the European Russia and Siberia**Sergey S. Makarov¹, Aleksander M. Antonov², Lilia V. Zarubina³, Anton I. Chudetsky¹, Irina B. Kuznetsova⁴**¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia²Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia³Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Molochnoe, Vologda, Russia⁴Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, Kostroma district, Kostroma region, Russia

Corresponding author: Sergey S. Makarov, makarov_serg44@mail.ru

Abstract. The article deals with the results of studies on the microclonal propagation of cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) of the Leningradskaya and Kondinskaya varieties at the stages of “micropropagation proper” and “rooting of microshoots in in vitro culture”. *R. chamaemorus* is one of the most popular bog berry plants in the areas of Northern Europe and Northern regions of Russia, it possesses highly valuable nutritional and pharmacological properties. It is necessary to create plantations using biotechnological methods for obtaining planting material to meet market demand for berry products under the conditions of import substitution. For quick output of great amount of healthy planting material of *R. chamaemorus* forms of domestic origin, it is necessary to improve and optimize microclonal propagation technologies. The highest values of number (on average 11.8–13.3 pcs.) of *R. chamaemorus* microshoots and their total length (22.9–23.8 cm) in in vitro culture are observed on the MS nutrient medium at the stage of microclonal propagation proper. An increase in the concentration of the growth regulator Cytodef from 0.1 to 0.2 mg/L in the nutrient medium composition contributed to an increase in the number of *R. chamaemorus* microshoots (on average by 2.4–2.6 times) and its total length (by 1.7 times). The highest values of the number (on average 4.3–4.6 pcs.) and total length (16.3–16.9 cm) of *R. chamaemorus* roots were pointed on the MS nutrient medium at the stage of rooting of microshoots *in vitro*. Increasing of the IAA concentration from 0.5 to 1.0 mg/L in the nutrient medium composition contributed to an average increase in the number of *R. chamaemorus* roots by 1.3–1.5 times.

Keywords: cloudberry, microclonal propagation, *in vitro*, nutrient medium, growth regulators.

Acknowledgments: The work was carried out using funds from the University Development Program within the framework of the Strategic Academic Leadership Program “Priority 2030” (agreement No. 075-15-2023-220 dated 02/16/2023).

Введение. На сегодняшний день на отечественном рынке увеличивается спрос на продукцию дикорастущих ягодных растений, высокоценных в пищевом и лекарственном отношении. В странах северной Европы и северных регионах России достаточно популярным и востребованным в этом отношении видом является морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.), плоды которой обладают высокоценными фармацевтическими свойствами [1–5]. Мировой рынок морошки составляет порядка 700–1000 т ягод в год, из которых 50–70% производится

перерабатывающим предприятием в Республике Карелия, а затем 90% из них экспортируется преимущественно в страны Скандинавии [6, 7].

В современных условиях необходимости импортозамещения имеющуюся рыночную потребность в ягодной продукции морошки также невозможно удовлетворить путем сбора, в том числе из-за разбросанности и труднодоступности природных ресурсов, сравнительно небольших запасов, непостоянства урожайности и недостаточной организованности сбыта [8–10]. В связи с этим возникает потреб-

ность в создании специализированных плантаций. Имеющийся производственный и научный опыт культивирования морошки в мире свидетельствует об успешном использовании торфяников для выращивания данного вида на таких территориях [11-13]. Однако возделывание морошки в промышленных масштабах не может быть полностью обеспечено с помощью традиционных способов размножения.

Для получения необходимого количества оздоровленного и генетически однородного посадочного материала целесообразно прибегать к применению современных методов биотехнологии [14]. При этом существующие в настоящее время технологии размножения морошки *in vitro* [15-17] требуют всесторонней доработки в целях полного обеспечения необходимого объема посадочного материала этой ценной культуры, в том числе с учетом генетических особенностей форм, полученных из природных условий произрастания в северных районах европейской части России и Сибири.

Цель исследований – изучение влияния состава культуральной среды и концентрации росторегулирующих веществ на органогенез *in vitro* растений-регенерантов *R. chamaemorus* форм, отобранных в северных регионах европейской части России и Сибири, на этапах побегообразования и ризогенеза.

Объекты и методы. Исследования проводили в 2020–2024 гг. по общепринятым методикам микроклонального размножения растений [14; 18]. В качестве объектов исследования изучали растения *R. chamaemorus* форм, отобранных в местах естественного произрастания – Ленинградская (Выборгский район Ленинградской области) и Кондинская (Кондинский район Ханты-Мансийского АО – Югры). В качестве эксплантов использовали апикальные меристемы растений. Экспланты высаживали для каждого варианта опыта в количестве 100 шт. Растения выращивали на культуральной среде по прописи Мурасиге-Скуга (МС) [19] – полного состава и в вариантах с разбав-

лением минеральной основы бидистиллированной водой в 2 и 4 раза (уровень кислотности среды $pH_{KCl} - 5,3...5,5$). Далее культивирование растений-регенерантов проводили в условиях световой комнаты при температуре воздуха $+23...+25^{\circ}C$, относительной влажности воздуха 75–80%, 16-часовом фотопериоде. Для регулирования ростовых процессов на этапе собственно микроразмножения в культуральную среду добавляли Цитодеф в концентрациях 0,1 и 0,2 мг/л, на этапе укоренения микропобегов *in vitro* – индолилуксусную кислоту (ИУК) в концентрациях 0,5 и 1,0 мг/л. Проводили учет числа и длины микропобегов и корней в расчете на одно растение-регенерант. Повторность опыта 3-кратная, по 10 растений в каждой. Для оценки достоверности различий между средними данными вариантов опытов использовали двухфакторный дисперсионный анализ с помощью наименьшей существенной разности для 5 % уровня значимости ($НСР_{05}$) [20], где факторы: А – состав культуральной среды; фактор Б – концентрация росторегулирующего вещества.

Результаты и обсуждение. Установлено, что при микроклональном размножении *R. chamaemorus* с использованием культуральной среды МС у растений-регенерантов формировалось наибольшее число микропобегов в культуре *in vitro*. Оно составляло у формы Ленинградская 13,3 шт., у формы Кондинская – 11,8 шт., что значительно больше, чем на средах 1/2 МС и 1/4 МС (в среднем, в 1,37–1,42 раза и в 1,42–1,66 раза соответственно) (табл. 1).

Повышение концентрации регулятора роста Цитодеф от 0,1 до 0,2 мг/л в культуральной среде способствовало увеличению числа микропобегов растений *R. chamaemorus* в 2,4 раза у формы Ленинградская, в 2,6 раза – у формы Кондинская.

Средняя длина микропобегов *in vitro* у растений *R. chamaemorus* была значительно больше на культуральной среде МС, она составляла, в среднем, у формы Ленинградская 1,9, у формы Кондин-

Таблица 1 – Число побегов растений-регенерантов *R. chamaemorus in vitro* в зависимости от состава культуральной среды и концентрации Цитодеф, шт.

Состав культуральной среды	Концентрация препарата, мг/л		Среднее
	0,1	0,2	
Форма Ленинградская			
МС	7,3	19,3	13,3
½ МС	5,2	14,2	9,7
¼ МС	5,6	10,3	8,0
Среднее	6,0	14,6	-
НСР ₀₅ : А = 0,93; Б = 1,12; АБ = 1,44			
Форма Кондинская			
МС	6,3	17,3	11,8
½ МС	4,2	12,3	8,3
¼ МС	5,0	11,5	8,3
Среднее	5,2	13,7	-
НСР ₀₅ : А = 0,87; Б = 1,03; АБ = 1,39			

ская – 2,2 см, тогда как на среде S МС значения данного показателя были меньше, в среднем, в 1,16–1,19 раза, на среде j МС – в 1,27–1,47 раза (табл. 2).

Таблица 2 – Средняя длина побегов растений-регенерантов *R. chamaemorus in vitro* в зависимости от состава культуральной среды и концентрации Цитодеф, см

Состав культуральной среды	Концентрация, мг/л		Среднее
	0,1	0,2	
Форма Ленинградская			
МС	2,3	1,5	1,9
½ МС	2,0	1,2	1,6
¼ МС	1,5	1,4	1,5
Среднее	1,9	1,4	-
НСР ₀₅ : А = 0,54; Б = 0,69; АБ = 0,91			
Форма Кондинская			
МС	2,6	1,8	2,2
½ МС	2,3	1,5	1,9
¼ МС	2,0	1,0	1,5
Среднее	2,3	1,4	-
НСР ₀₅ : А = 0,66; Б = 0,94; АБ = 1,10			

С повышением в культуральной среде концентрации регулятора роста Цитодеф от 0,1 до 0,2 мг/л средняя длина микропобегов *R. chamaemorus in vitro* уменьшалась в 1,36 раза у формы Ленинградская и в 2 раза – у формы Кондинская.

Суммарная длина микропобегов растений *R. chamaemorus* была значительно большей на культуральной среде МС и достигала, в среднем, 22,9 см у формы Ленинградская и 23,8 см у формы Кондинская, что в 1,7 раза больше, чем на среде S МС, и в 2–2,2 раза больше, чем на 1/4 МС (табл. 3).

При повышении концентрации регулятора роста Цитодеф от 0,1 до 0,2 мг/л в

культуральной среде суммарная длина микропобегов у растений *R. chamaemorus* обеих исследуемых форм в культуре *in vitro* увеличивалась, в среднем, в 1,7 раза.

На этапе укоренения микропобегов *in vitro* выявлено, что у растений *R. chamaemorus* на культуральной среде МС образовывалось наибольшее число корней, которое составляло у формы Ленинградская, в среднем, 4,6 шт., у формы Кондинская – 4,3 шт., в то время как на среде S МС данный показатель был меньше в 1,15–1,19 раза, на среде j МС – в 1,84–1,87 раза (табл. 4).

Таблица 3 – Суммарная длина побегов растений-регенерантов *R. chamaemorus in vitro* в зависимости от состава культуральной среды и концентрации Цитодеф, см

Состав культуральной среды	Концентрация, мг/л		Среднее
	0,1	0,2	
Форма Ленинградская			
МС	16,8	29,0	22,9
½ МС	10,4	17,0	13,7
¼ МС	8,4	14,5	11,5
Среднее	11,9	20,2	-
НСР ₀₅ : А = 1,56; Б = 1,92; АБ = 2,46			
Форма Кондинская			
МС	16,4	31,2	23,8
½ МС	9,7	18,5	14,1
¼ МС	10,0	11,5	10,8
Среднее	12,0	20,4	-
НСР ₀₅ : А = 0,96; Б = 1,13; АБ = 1,30			

Таблица 4 – Число корней растений-регенерантов *R. chamaemorus in vitro* в зависимости от состава культуральной среды и концентрации ИУК, шт.

Состав культуральной среды	Концентрация ИУК, мг/л		Среднее
	0,5	1,0	
Форма Ленинградская			
МС	3,9	5,3	4,6
½ МС	3,0	4,9	4,0
¼ МС	1,8	3,2	2,5
Среднее	2,9	4,5	-
НСР ₀₅ : А = 0,82; Б = 0,94; АБ = 1,15			
Форма Кондинская			
МС	3,6	5,0	4,3
½ МС	3,0	4,2	3,6
¼ МС	2,0	2,5	2,3
Среднее	2,9	3,9	-
НСР ₀₅ : А = 0,74; Б = 0,82; АБ = 1,10			

С повышением в составе культуральной среды концентрации ИМК от 0,5 до 1,0 мг/л наблюдалось увеличение, в среднем, в 1,3–1,5 раза числа корней *in vitro* у растений-регенерантов *R. chamaemorus* обеих исследуемых форм.

Средняя длина корней у растений *R. chamaemorus in vitro* достигала наибольших значений на культуральной среде МС: у формы Ленинградская, в среднем, 3,8 см, у формы Кондинская – 4,0 см, тогда как на средах S МС и j МС она была существенно меньше – в 1,36–1,67 раза и в 2,11–3,08 раза соответственно (табл. 5).

С повышением в составе культуральной

среды концентрации ИУК от 0,5 до 1,0 мг/л было отмечено значительное уменьшение средней длины корней *R. chamaemorus* в культуре *in vitro*: у формы Ленинградская – в 1,39 раза, у формы Кондинская – в 1,55 раза.

Суммарная длина корней *in vitro* у растений *R. chamaemorus* также оказалась максимальной на культуральной среде МС и достигала у формы Ленинградская 16,9 см, у формы Кондинская – 16,3 см, в то время как на культуральной среде S МС она уменьшалась в 1,58–1,96 раза, а на среде j МС – в 3,93–5,62 раза (табл. 6).

Таблица 5 – Средняя длина корней растений-регенерантов *R. chamaemorus in vitro* в зависимости от состава культуральной среды и концентрации ИУК, см

Состав культуральной среды	Концентрация ИУК, мг/л		Среднее
	0,5	1,0	
Форма Ленинградская			
МС	4,6	3,0	3,8
½ МС	3,0	2,5	2,8
¼ МС	2,1	1,5	1,8
Среднее	3,2	2,3	-
НСР ₀₅ : А = 0,59; Б = 0,90; АБ = 1,17			
Форма Кондинская			
МС	5,0	2,9	4,0
½ МС	2,6	2,1	2,4
¼ МС	1,6	1,0	1,3
Среднее	3,1	2,0	-
НСР ₀₅ : А = 0,62; Б = 0,91; АБ = 1,11			

Таблица 6 – Суммарная длина корней растений-регенерантов *R. chamaemorus in vitro* в зависимости от состава культуральной среды и концентрации ИУК, см

Состав культуральной среды	Концентрация ИУК, мг/л		Среднее
	0,5	1,0	
Форма Ленинградская			
МС	17,9	15,9	16,9
½ МС	9,0	12,3	10,7
¼ МС	3,8	4,8	4,3
Среднее	10,2	11,0	-
НСР ₀₅ : А = 0,78; Б = 0,89; АБ = 1,10			
Форма Кондинская			
МС	18,0	14,5	16,3
½ МС	7,8	8,8	8,3
¼ МС	3,2	2,5	2,9
Среднее	9,7	8,6	-
НСР ₀₅ : А = 0,80; Б = 0,93; АБ = 1,13			

С повышением в составе культуральной среды концентрации ауксина ИУК от 0,5 до 1,0 мг/л у *R. chamaemorus* формы Ленинградская в культуре *in vitro* отмечено незначительное увеличение суммарной длины корней (в 1,08 раза), тогда как у формы Кондинская наблюдалось снижение значений данного показателя, в среднем, в 1,13 раза.

Заключение. Таким образом, при клональном микроразмножении *R. chamaemorus* форм Ленинградская и Кондинская при использовании культуральной среды МС число, средняя и суммарная длина микропобегов и корней *in vitro* были значительно больше, чем на средах S МС и j МС. При этом повыше-

ние концентрации в культуральной среде регулятора роста Цитодеф от 0,1 до 0,2 мг/л на этапе собственно микроразмножения способствовало существенному увеличению числа и суммарной длины микропобегов растений *R. chamaemorus*, тогда как их средняя длина уменьшалась. При повышении в культуральной среде концентрации ИУК от 0,5 до 1,0 мг/л на этапе укоренения микропобегов *in vitro* отмечено увеличение числа корней у растений-регенерантов *R. chamaemorus*, уменьшение их средней длины, в то время как суммарная длина корней у формы Ленинградская увеличивалась, а у формы Кондинская уменьшалась.

Список источников

1. Thiem B. *Rubus chamaemorus* L. – a Boreal Plant Rich in Biologically Active Metabolites: A Review // *Biol. Lett.* 2003. Vol. 40, № 1. Pp. 3–13.
2. Nilsen G. Cloudberry – The Northern Gold // *International Journal of Fruit Science*. 2006. Vol. 5. Pp. 45–60. doi: 10.1300/J492v05n02_06
3. Jaakkola M., Korpelainen V., Hoppula K., Virtanen V. Chemical Composition of Ripe Fruits of *Rubus chamaemorus* L. Grown in Different Habitats // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2012. Vol. 92, № 6. Pp. 1324–1330. doi: 10.1002/jsfa.4705
4. Морошка приземистая: ботаническое описание, распространение, химический состав различных частей растения и их фармакологические свойства / Е.Д. Кубасова, И.А. Крылов, Г.В. Корельская, Р.В. Кубасов // *Пульс*. 2022. Т. 24, № 10. С. 85–90. EDN: GOVPBQ. doi: 10.26787/nydha-2686-6838-2022-24-10-85-90.
5. Клональное микроразмножение лесных ягодных растений рода *Rubus* / С.С. Макаров, М.Т. Упадышев, Н.Р. Сунгурова [и др.] // *Техника и технология пищевых производств*. 2024. Т. 54, № 1. С. 60–70. EDN: LJEWUM. doi: 10.21603/2074-9414-2024-1-2488.
6. Скляренко М. Ягоды растут // *Эксперт Северо-Запад*. 2019. № 11 (772). С. 18–21.
7. Гаврилова А. Нашего поля ягода. Куда вместо Европы собираются поставлять морошку? // *АиФ на Мурмане*. 23.03.2022. URL: https://murmansk.aif.ru/society/nashego_polya_yagoda_kuda_vmesto_evropy_sobirayutsya_postavlyat_moroshku
8. Wallenius T. Yield Variations of Some Common Wild Berries in Finland in 1956–1996 // *Annales Botanici Fennici*. 1999. Vol. 36. Pp. 299–314.
9. Phenology and Yield of Native Fruits Cloudberry/Bakeapple (*Rubus chamaemorus* L.) and Lingonberry/Partridgeberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) Grown in Southern Labrador, Canada / J. Li, K. Pruski, D. Percival [et al.] // *Can. J. Plant Sci.* 2016. Vol. 96. No. 3. Pp. 329–338. doi: 10.1139/CJPS-2015-0131. EDN: WVPEVV
10. Туоми А. «Горбатый бизнес» в Карелии: как потопашь, так и полопашь [Электронный ресурс] // *Петрозаводск говорит: сетев. изд.* 05.09.2017. URL: <https://ptzgovorit.ru/shortread/gorbatyy-biznes-v-karelii-kak-potopaesh-tak-i-polopaesh>.
11. Kokko H., Teittinen H., Kärenlampi S. Revegetation of Peatland for Cloudberry Cultivation // *Proc. 12th Int. Congress "Wise Use of Peatlands"*, Tampere, Finland, 2004. Pp. 379–382.
12. Bussieres J., Rochefort L., Lapointe L. Cloudberry Cultivation in Cutover Peatland: Improved Growth on Less Decomposed Peat // *Can. J. Plant Sci.* 2015. V. 95. Pp. 479–489. doi: 10.4141/CJPS-2014-299
13. Тяк Г.В. «Золото Севера» – на садовые участки // *Питомник и частный сад*. 2016. № 6 (42). С. 16–19.
14. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия: учебник / В.С. Шевелуха, Е.А. Калашникова, Е.З. Кочиева [и др.]; под общ. ред. В.С. Шевелухи. М., 2015. 715 с.
15. Thiem B. Micropropagation of Cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) by Initiation of Axillary Shoots // *Acta Soc. Bot. Pol.* 2001. Vol. 70. Pp. 11–16.
16. In Vitro Propagation of Cloudberry (*Rubus chamaemorus*) / I. Martinussen, G. Nilsen, L. Svenson [et al.] // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 2004. Vol. 78, № 1. Pp. 43–49. doi: 10.1023/B:TICU.0000020392.85854.28
17. Зонтиков Д.Н., Зонтикова С.А., Малахова К.В. Влияние состава питательных сред и регуляторов роста при клональном микроразмножении некоторых хозяйственно ценных представителей рода *Rubus* L. // *Агрохимия*. 2021. № 6. С. 36–42. EDN: OOALRQ. doi: 10.31857/S0002188121060144.
18. Биотехнология в садоводстве. Выращивание плодовых и редких ягодных растений в культуре in vitro. Лабораторный практикум: учеб. пособие / С.С. Макаров, А.М. Антонов, Е.И. Куликова [и др.]. СПб.: Лань, 2023. 128 с.
19. Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures // *Physiol. Plantarum*. 1962. Vol. 3. No. 15. Pp. 473–497.
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. Изд. 6-е. М.: Альянс, 2011. 350 с. EDN: QLCQEP

References

1. Thiem B. *Rubus chamaemorus* L. – a Boreal Plant Rich in Biologically Active Metabolites: A Review. *Biol.Lett.* 2003;40(1):3–13.
2. Nilsen G. Cloudberry – The Northern Gold. *International Journal of Fruit Science*. 2006. Vol. 5. Pp. 45–60. doi: 10.1300/J492v05n02_06
3. Jaakkola M., Korpelainen V., Hoppula K., Virtanen V. Chemical Composition of Ripe Fruits of *Rubus chamaemorus* L. Grown in Different Habitats. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2012;92(6):1324–1330. doi: 10.1002/jsfa.4705
4. Kubasova E.D., Krylov I.A., Korelskaya G.V., Kubasov R.V. Cloudberry: Botanical Description, Distribution, Chemical Composition of Various Parts of the Plant and Its Pharmacological Properties. *Puls*. 2022;24(10):85–90 (In Russ.). doi: 10.26787/nydha-2686-6838-2022-24-10-85-90.
5. Makarov S.S., Upadyshov M.T., Sungurova N.R. [et al.]. Clonal Micropropagation of Forest Berry Plants of the Genus *Rubus*. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2024;54(1):60–70 (In Russ.). doi: 10.21603/2074-9414-2024-1-2488.
6. Sklyarenko M. Yagody rastut. *Ekspert Severo-Zapad*. 2019;11:18–21 (In Russ.)
7. Gavrilova A. Nashego polya yagoda. Kuda vmesto Evropy sobirayutsya postavlyat' moroshku? [Berry of

Our Field. Where Are They Going to Supply Cloudberry Instead of Europe?]. *AiF na Murmane*. 23.03.2022. URL: https://murmansk.aif.ru/society/nashego_polya_yagoda_kuda_vmesto_evropy_sobirayutsya_postavlyat_moroshk (In Russ.)

8. Wallenius T. Yield Variations of Some Common Wild Berries in Finland in 1956–1996. *Annales Botanici Fennici*. 1999;36:299–314.

9. Li J., Pruski K., Percival D. [et al.] Phenology and Yield of Native Fruits Cloudberry/Bakeapple (*Rubus chamaemorus* L.) and Lingonberry/Partridgeberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) Grown in Southern Labrador, Canada. *Can. J. Plant Sci.* 2016;96(3):329–338. doi: 10.1139/CJPS-2015-0131.

10. Tuomi A. “Gorbatyj biznes” v Karelii: kak potopaesh’, tak i polopaesh’ [“Humpbacked business” in Karelia: as You Trample, So You Burst]. *Petrozavodsk govorit*. 05.09.2017. URL: <https://ptzgovorit.ru/shortread/gorbatyy-biznes-v-karelii-kak-potopaesh-tak-i-polopaesh> (In Russ.)

11. Kokko H., Teittinen H., Kärenlampi S. Revegetation of Peatland for Cloudberry Cultivation. In: Proc. 12th Int. Congress “Wise Use of Peatlands”, Tampere, Finland, 2004:379–382.

12. Bussieres J., Rochefort L., Lapointe L. Cloudberry Cultivation in Cutover Peatland: Improved Growth on Less Decomposed Peat. *Can. J. Plant Sci.* 2015;95:479–489. doi: 10.4141/CJPS-2014-299

13. Tyak G.V. “Zoloto Severa” – na sadovye uchastki [“Gold of the North” for Garden Plots]. *Pitomnik i chastnyj sad*. 2016;6(42):16–19 (In Russ.)

14. Shevelukha V.S., Kalashnikova E.A., Kochieva E.Z. [et al.]; Shevelukha V.S. (ed.). Sel’skohozyajstvennaya biotekhnologiya i biozheneriya [Agricultural Biotechnology and Bioengineering]. Moscow: URSS, 2015. 715 p. (In Russ.)

15. Thiem B. Micropropagation of Cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) by Initiation of Axillary Shoots. *Acta Soc. Bot. Pol.* 2001;70:11–16.

16. Martinussen I., Nilsen G., Svenson L. [et al.] In Vitro Propagation of Cloudberry (*Rubus chamaemorus*). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 2004;78(1):43–49. doi: 10.1023/B:TICU.0000020392.85854.28

17. Zontikov D.N., Zontikova S.A., Malakhova K.V. Influence of the composition of nutrient media and growth regulators during clonal micropropagation of some economically valuable representatives of the genus *Rubus* L. *Agrokimiya*. 2021;6:36–42. doi: 10.31857/S0002188121060144 (In Russ.)

18. Makarov S.S., Antonov A.M., Kulikova E.I. [et al.]. Biotekhnologiya v sadovodstve. Vyrashchivanie plodovyh i redkih yagodnyh rastenij v kul’ture in vitro. Laboratornyj praktikum [Biotechnology in Horticulture. Growing Fruit and Rare Berry Plants in In Vitro Culture. Laboratory Workshop]. St. Petersburg. Lan’, 2023. 128 p. (In Russ.)

19. Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiol. Plantarum*. 1962;3(15):473–497.

20. Dospekhov B.A. Methods of Field Experience (with the Basics of Statistical Processing of Research Results). Moscow. Alyans. 2011. 350 p. (In Russ.)

Информация об авторах

Сергей Сергеевич Макаров – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой декоративного садоводства и газоноведения;

Александр Михайлович Антонов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой ландшафтной архитектуры и искусственных лесов;

Лилия Валерьевна Зарубина – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры лесного хозяйства;

Антон Игоревич Чудецкий – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения;

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

Information about the authors

Sergey S. Makarov – Doctor of Science (Agriculture), Head of the Chair of Ornamental Horticulture and Lawn Science;

Alexander M. Antonov – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor Head of the Chair of Architecture and Artificial Forests;

Lilia V. Zarubina – Doctor of Science (Agriculture), Associate Professor, Professor, Chair of Forestry;

Anton I. Chudetsky – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Chair of Ornamental Horticulture and Lawn Science;

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

Статья поступила в редакцию 21.03. 2024; одобрена после рецензирования 17.04.2024; принята к публикации 14.05.2024.

The article was submitted 21.03.2024; approved after reviewing 17.04.2024; accepted for publication 14.05.2024.