

Научная статья
УДК 634.731
EDN QRFTTT
DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.3.06

Образование микропобегов мужских растений морошки приземистой (*Rubus chamaemorus* L.) в культуре *in vitro*

Сергей Сергеевич Макаров¹
доктор сельскохозяйственных наук

Сергей Анатольевич Родин²
доктор сельскохозяйственных наук,
академик РАН

Антон Игоревич Чудецкий³
кандидат сельскохозяйственных наук

Александр Михайлович Антонов⁴
кандидат сельскохозяйственных наук

Елена Ивановна Куликова⁵
кандидат сельскохозяйственных наук

Ирина Борисовна Кузнецова⁶
кандидат сельскохозяйственных наук

Николай Николаевич Журавлёв⁷

Аннотация. Приведены результаты исследований по клональному микроразмножению мужских растений морошки приземистой (*Rubus chamaemorus* L.) 4-х форм, отобранных в местах естественного произрастания в Архангельской и Вологодской областях, Республике Карелии и Ханты-Мансийском АО – Югре. Опыт культивирования *R. chamaemorus* на выработанных торфяниках демонстрирует перспективы создания ягодных плантаций на таких территориях.

Изучено влияние состава питательной среды и концентрации цитокинина 6-БАП на побегообразование мужских растений *R. chamaemorus* северно-российского происхождения в культуре *in vitro*. На этапе пролиферации побегов максимальные значения количества (в среднем 4,3–5,8 шт.) и суммарной длины (9,0–17,6 см) микропобегов *R. chamaemorus* в культуре *in vitro* отмечены при использовании полного состава питательной среды МС, тогда как на средах МС 1/2 и МС 1/4 аналогичные показатели были меньше в 1,2–1,8 и 1,3–2,6 раза соответственно. Повышение в питательной среде концентрации цитокинина 6-БАП от 1,0 до 2,0 мг/л способствовало увеличению количества микропобегов мужских растений *R. chamaemorus* в культуре *in vitro* в 1,4–2,0 раза и уменьшению их средней длины в 1,8–2,0 раза, тогда как статистически значимых различий по суммарной длине микропобегов в зависимости от концентрации 6-БАП у большинства форм не выявлено. Биометрические показатели формы Ханты-Мансийская в культуре *in vitro* были выше по сравнению с формами Архангельская, Вологодская и Карельская.

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

Для цитирования: Макаров С.С., Родин С.А., Чудецкий А.И., Антонов А.М., Куликова Е.И., Кузнецова И.Б., Журавлев Н.Н. Образование микропобегов мужских растений морошки приземистой (*Rubus chamaemorus* L.) в культуре *in vitro*. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2023. № 3. С. 85–93. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.3.06. <https://elibrary.ru/qrfttt>

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, заведующий кафедрой декоративного садоводства и газоноведения (Москва, Российская Федерация); Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов (Архангельск, Российская Федерация), makarov_serg44@mail.ru

² Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, заместитель директора по НИР (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), info@vniilm.ru

³ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения (Москва, Российская Федерация), a.chudetsky@mail.ru

⁴ Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, заведующий кафедрой ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, доцент (Архангельск, Российская Федерация), a.antonov@narfu.ru

⁵ Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, заведующий кафедрой растениеводства, земледелия и агрохимии, доцент (с. Молочное, Вологда, Российская Федерация), elena-kulikova@list.ru

⁶ Костромская государственная сельскохозяйственная академия, доцент кафедры агрохимии, биологии и защиты растений (пос. Караваяево, Костромской район, Костромская обл., Российская Федерация), sonnereiser@yandex.ru

⁷ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, лаборант кафедры декоративного садоводства и газоноведения, аспирант (Москва, Российская Федерация), deksad@rgau-msha.ru

Original article

EDN QRFTTT

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.3.06

Microshoots Formation of Male Cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) Plants *in vitro* Culture

Sergey S. Makarov¹

Doctor of Agricultural Sciences

Sergey A. Rodin²

Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences

Anton I. Chudetsky³

Candidate of Agricultural Sciences

Alexander M. Antonov⁴

Candidate of Agricultural Sciences

Elena I. Kulikova⁵

Candidate of Agricultural Sciences

Irina B. Kuznetsova⁶

Candidate of Agricultural Sciences

Nikolay N. Zhuravlyov⁷

Abstract. The results of studies on clonal micropropagation of male plants of cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) of 4 forms selected in natural growth places in the Arkhangelsk and Vologda regions, the Republic of Karelia and the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra. The fruits of *R. chamaemorus* have high nutritional and medicinal value. The experience of cultivating *R. chamaemorus* on depleted peatlands shows the prospects for creating berry plantations in such areas. It is necessary to improve the technology of clonal micropropagation of *R. chamaemorus* for Northern Russian origin forms. The maximum number (average 4.3–5.8 pcs.) and total length (9.0–17.6 cm) of *R. chamaemorus* microshoots in *in vitro* culture at the stage of shoot proliferation are noted when using the full composition of the MS nutrient medium, while similar indicators on the MS 1/2 and MS 1/4 media are 1.2–1.8 and 1.3–2.6 times lower, respectively. An increase in the concentration of 6-BAP cytokinin from 1.0 to 2.0 mg/l in the nutrient medium contributed to an increase in the number of microshoots of male *R. chamaemorus* plants in *in vitro* culture by 1.4–2.0 times and a decrease in its average length by 1.0–2.0 times, while no statistically significant differences in the total length of microshoots depending on the 6-BAP concentration are found in most forms. The biometric indicators of the Khanty-Mansiysk form *in vitro* are higher compared to the Arkhangelsk, Vologda and Karelian forms.

Key words: cloudberry, clonal micropropagation, *in vitro*, nutrient medium, growth regulators.

For citation: Makarov S., Rodin S., Chudetsky A., Antonov A., Kulikova E., Kuznetsova I., Zhuravlyov N. Microshoots Formation of Male Cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) Plants *in vitro* Culture. – Text : electronic // Forestry information. 2023. № 3. P. 85–93. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.3.06. <https://elibrary.ru/qrfttt>

¹ Russian Timiryazev State Agrarian University, Head of Decorative Gardening and Lawn Science Chair (Moscow, Russian Federation); Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Professor of the Landscape Architecture and Artificial Forests Chair (Arkhangelsk, Russian Federation), makarov_serg44@mail.ru

² Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Deputy Director for Research (Pushkino, Moscow Oblast, Russian Federation), info@vniilm.ru

³ Russian Timiryazev State Agrarian University, Associate Professor of Decorative Gardening and Lawn Science Chair (Moscow, Russian Federation), a.chudetsky@mail.ru

⁴ Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Head of the Landscape Architecture and Artificial Forests Chair, Associate Professor (Arkhangelsk, Russian Federation), a.antonov@narfu.ru

⁵ Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereschagin, Head of Plant Growing, Agriculture and Agrochemistry Chair, Associate Professor (Molochnoe, Vologda, Russian Federation), elena-kulikova@list.ru

⁶ Kostroma State Agricultural Academy, Associate Professor of Agrochemistry, Biology and Plant Protection Chair (Karavaevo, Kostroma district, Kostroma Oblast, Russian Federation), sonnereiser@yandex.ru

⁷ Russian Timiryazev State Agrarian University, Laboratory Assistant of Decorative Gardening and Lawn Science Chair, Postgraduate Student (Moscow, Russian Federation), deksad@rgau-msha.ru

Морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.) – высокоценный в пищевом и лекарственном отношении вид лесных ягодных растений, который пользуется спросом на рынке плодово-ягодной продукции как в России, так и в Европе [1–7]. В природе *R. chamaemorus* произрастает на верховых болотах и в заболоченных хвойных лесах Северной Америки и Евразии (в том числе по всей территории в России в широтном протяжении), однако естественные популяции имеют довольно низкую урожайность [1, 8, 9].

Разные исследователи указывали на перспективы выращивания *R. chamaemorus* в условиях торфяников [10–13]. Создание специализированных ягодных плантаций на территориях выработанных торфяных месторождений может в значительной степени способствовать повышению урожайности, восстановлению сокращающихся запасов лесных и болотных ягодных видов и, кроме того, вернет в хозяйственный оборот площади таких земель [14–16]. В настоящее время в России промышленные ягодные плантации морошки имеются в Архангельской обл., Республике Карелии и Ханты-Мансийском АО – Югре [17–20].

Традиционные способы размножения не могут обеспечить необходимое для плантационного выращивания количество и качество посадочного материала. В целях массового культивирования ягодных видов следует использовать метод клонального микроразмножения, который позволяет в короткие сроки и вне зависимости от сезона вырастить большое количество оздоровленных и генетически однородных растений [21, 22]. На сегодняшний день есть опыт по введению *R. chamaemorus* в культуру *in vitro* [23–26], однако требуется совершенствовать технологию микроразмножения данного вида с учетом генетических особенностей для форм северно-российского происхождения, в том числе с подбором оптимального состава питательных сред и гормонов.

Цель исследований – изучить влияние состава питательной среды и концентрации цитокинина 6-БАП на побегообразование мужских растений *R. chamaemorus* северно-российского происхождения в культуре *in vitro*.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили на базе САФУ им. М.В. Ломоносова, Вологодской ГМХА им. Н.В. Верещагина и Центрально-европейской лесной опытной станции ВНИИЛМ в 2021–2023 гг. с использованием общепринятых методик по клональному микроразмножению растений [22]. В качестве объектов исследования изучали мужские растения *R. chamaemorus* форм, отобранных в местах естественного произрастания в северных регионах Российской Федерации: Архангельская (Верхнетоемский район Архангельской обл.), Вологодская (Сямженский район Вологодской обл.), Карельская (Сегежский район Республики Карелии) и Ханты-Мансийская (Ханты-Мансийский район Ханты-Мансийского АО – Югры).

На этапе введения в культуру *in vitro* для стерилизации эксплантов применяли растворы сулемы (0,1 %), нитрата серебра (0,2 %), дезинфицирующих средств Лизоформин 3000 (5 %) и Ника-2 (0,01 %) при времени экспозиции от 10 до 20 мин. Растения-регенеранты культивировали в условиях световой комнаты на питательной среде по прописи Мурасиге и Скуга (МС) [27], в том числе в вариантах с разбавлением минеральной основы бидистиллированной водой в 2 (МС 1/2) и 4 раза (МС 1/4), при 16-часовом фотопериоде, температуре воздуха 23...25 °С и влажности воздуха 75–80 %. На этапе пролиферации побегов в качестве регулятора роста в питательную среду добавляли 6-бензиламинопурил (6-БАП) в концентрациях 1,0 и 2,0 мг/л. Для каждой формы *R. chamaemorus* учитывали количество и длину микропобегов на одно растение. Повторность опыта 10-кратная, по 15 пробирочных растений в каждой.

Для статистической обработки данных использовали программы Microsoft Office Excel 2016 и AGROS v2.11. Оценку достоверности результатов опытов проводили с помощью наименьшей существенной разности на 5 %-м уровне значимости (HCp_{05}) и двухфакторного дисперсионного анализа (фактор А – состав питательной среды; фактор В – концентрация регулятора роста).

Результаты и обсуждение

В ходе исследований на этапе пролиферации побегов *in vitro* выявлено, что наибольшее количество микропобегов у мужских растений *R. chataeomorus* сформировалось на питательной среде МС: у формы Ханты-Мансийская – в среднем 5,8 шт., у форм Архангельская, Вологодская и Карельская – 4,3–4,4 шт. На среде МС 1/2 данный показатель был ниже в среднем в 1,2–1,3 раза, на МС 1/4 – в 1,5–1,8 раза. Повышение в питательной среде концентрации цитокинина 6-БАП от 1,0 до 2,0 мг/л способствовало увеличению количества микропобегов мужских

растений *R. chataeomorus* у формы Вологодская в 2 раза, у формы Архангельская – в 1,9 раза, у формы Ханты-Мансийская – в 1,7 раза, у формы Карельская – в 1,4 раза (табл. 1).

Средняя длина микропобегов у мужских растений *R. chataeomorus* в культуре *in vitro* была наибольшей на питательной среде МС и составляла в среднем 2,4–3,4 см, тогда как на среде МС 1/2 она была меньше в 1,3–1,4 раза, на МС 1/4 – в 1,6–1,9 раза. При повышении в питательной среде концентрации цитокинина 6-БАП от 1,0 до 2,0 мг/л средняя длина микропобегов исследуемых форм *R. chataeomorus* снижалась в 1,8–2,0 раза (табл. 2).

ТАБЛИЦА 1. КОЛИЧЕСТВО МИКРОПОБЕГОВ МУЖСКИХ РАСТЕНИЙ *R. CHATAEOMORUS* В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ 6-БАП, ШТ.

ПИТАТЕЛЬНАЯ СРЕДА	КОНЦЕНТРАЦИЯ 6-БАП, МГ/Л		СРЕДНЕЕ
	1,0	2,0	
<i>Форма Архангельская</i>			
МС	2,9	5,8	4,3
МС 1/2	2,2	4,3	3,2
МС 1/4	1,8	3,0	2,4
Среднее	2,3	4,4	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,87, фактор В = 0,74, общ. = 0,91			
<i>Форма Вологодская</i>			
МС	3,2	5,6	4,4
МС 1/2	2,0	4,8	3,4
МС 1/4	1,6	3,3	2,4
Среднее	2,3	4,6	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,77 фактор В = 0,64, общ. = 0,82			
<i>Форма Ханты-Мансийская</i>			
МС	3,4	8,3	5,8
МС 1/2	3,9	6,1	5,0
МС 1/4	3,5	4,3	3,9
Среднее	3,6	6,2	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,93, фактор В = 0,84, общ. = 1,09			
<i>Форма Карельская</i>			
МС	2,7	5,9	4,3
МС 1/2	3,2	4,3	3,7
МС 1/4	3,6	3,7	3,6
Среднее	3,2	4,6	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,90, фактор В = 0,83, общ. = 1,06			

Суммарная длина микропобегов мужских растений у всех изучаемых форм *R. chamaemorus* в культуре *in vitro* была значительно выше на питательной среде МС и достигала в среднем 9,0–17,6 см, тогда как значения данного показателя в варианте с использованием среды МС 1/2 были ниже в 1,3–1,5 раза, а среды МС 1/4 – в 2,3–2,6 раза. Статистически значимых различий в суммарной длине микропобегов у мужских растений *R. chamaemorus* форм Архангельская, Вологодская и Ханты-Мансийская в зависимости от концентрации 6-БАП не выявлено, тогда как у формы Карельская при концентрации этого цитокинина 1,0 мг/л суммарная длина микропобегов *in vitro*

была в среднем в 1,3 раза больше, чем при концентрации 2,0 мг/л (табл. 3).

Следует отметить, что у мужских растений *R. chamaemorus* формы Ханты-Мансийская исследуемые биометрические показатели побегов *in vitro* были выше, чем у других рассматриваемых форм.

Выводы

При клональном микроразмножении мужских растений морошки приземистой форм, отобранных в северных регионах Российской

Таблица 2. Средняя длина микропобегов мужских растений *R. chamaemorus* в культуре *in vitro* в зависимости от состава питательной среды и концентрации 6-БАП, см

Питательная среда	Концентрация 6-БАП, мг/л		Среднее
	1,0	2,0	
<i>Форма Архангельская</i>			
МС	3,4	1,8	2,6
МС 1/2	2,9	1,6	2,2
МС 1/4	2,2	1,3	1,7
Среднее	2,8	1,6	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,66, фактор В = 0,72, общ. = 0,89			
<i>Форма Вологодская</i>			
МС	3,9	2,1	3,0
МС 1/2	3,3	1,6	2,4
МС 1/4	2,4	1,3	1,8
Среднее	3,2	1,7	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,54, фактор В = 0,78, общ. = 0,83			
<i>Форма Ханты-Мансийская</i>			
МС	4,3	2,5	3,4
МС 1/2	3,1	1,9	2,5
МС 1/4	2,6	1,1	1,8
Среднее	3,3	1,8	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,72, фактор В = 0,69, общ. = 0,90			
<i>Форма Карельская</i>			
МС	3,2	1,6	2,4
МС 1/2	2,6	1,3	1,9
МС 1/4	2,0	1,0	1,5
Среднее	2,6	1,3	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,89, фактор В = 0,96, общ. = 1,01			

Таблица 3. Суммарная длина микропобегов мужских растений *R. chamaemorus* в культуре *in vitro* в зависимости от состава питательной среды и концентрации 6-БАП, см

Питательная среда	Концентрация 6-БАП, мг/л		Среднее
	1,0	2,0	
<i>Форма Архангельская</i>			
МС	9,8	10,4	10,1
МС 1/2	6,9	6,9	6,9
МС 1/4	3,9	3,9	3,9
Среднее	6,9	7,1	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,12, фактор В = 0,98, общ. = 1,10			
<i>Форма Вологодская</i>			
МС	12,5	11,8	12,2
МС 1/2	6,6	7,7	7,2
МС 1/4	3,8	4,3	4,0
Среднее	7,6	7,9	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,03, фактор В = 1,18, общ. = 1,36			
<i>Форма Ханты-Мансийская</i>			
МС	14,6	20,7	17,6
МС 1/2	12,1	11,6	11,8
МС 1/4	9,1	4,7	6,9
Среднее	11,9	12,3	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,36, фактор В = 1,52, общ. = 1,78			
<i>Форма Карельская</i>			
МС	8,6	9,4	9,0
МС 1/2	8,3	5,6	6,9
МС 1/4	7,2	3,7	5,4
Среднее	8,0	6,2	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,89, фактор В = 0,96, общ. = 1,10			

Федерации, на этапе пролиферации количество, средняя и суммарная длина микропобегов на питательной среде МС были значительно выше, чем на средах МС 1/2 и МС 1/4. При повышении в питательной среде концентрации цитокинина 6-БАП от 1,0 до 2,0 мг/л количество микропобегов у мужских растений *R. chamaemorus* в культуре *in vitro* увеличивалось, средняя длина уменьшалась, а по суммарной длине микропобегов статистически значимых различий в зависимости

от концентрации 6-БАП у большинства форм не выявлено. Биометрические показатели *in vitro* у мужских растений *R. chamaemorus* формы Ханты-Мансийская были выше, чем у форм Архангельская, Вологодская и Карельская. Полученные результаты исследований могут быть использованы в дальнейших опытах по размножению морошки приземистой для ускоренного получения посадочного материала в целях плантационного выращивания.

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 г.

Список источников

1. Косицын, В.Н. Морошка: биология, ресурсный потенциал, введение в культуру : моногр. / В.Н. Косицын. – Москва : ВНИИЛМ, 2001. – 140 с.
2. Non-timber Forest Products from the Canadian Boreal Forest: an Exploration of Aboriginal Opportunities / P.C. Voxall, G. Murray, J.R. Unterschultz, P.C. Voxall // J.For. Econ. – 2003. – Vol. 9. – P. 75–96.
3. Савельева, И.Б. Лесные целители. Клюква, брусника, морошка, черника / И.Б. Савельева. – Санкт-Петербург : Невский проспект, 2005. – 160 с.
4. Барнаулов, О.Д. Лекарственные свойства фруктов и ягод / О.Д. Барнаулов, М.Л. Поспелова. – Санкт-Петербург : Информ-Навигатор, 2013. – 256 с.
5. Ручкина, Н. Морошка / Н. Ручкина // Химия и жизнь. – 2015. – № 10. – С. 56–57.
6. Скляренко, М. Ягоды растут / М. Скляренко // Эксперт Северо-Запад. – 2019. – № 11 (772). – С. 18–21.
7. Гаврилова, А. Нашего поля ягода. Куда вместо Европы собираются поставлять морошку? – Текст : электронный / А. Гаврилова // АиФ на Мурмане. – 23.03.2022. – Режим доступа: URL: https://murmansk.aif.ru/society/nashego_polya_yagoda_kuda_vmesto_evropy_sobirayutsya_postavlyat_moroshku.
8. Kortesharju, J. Cloudberry Yields and Factors Affecting the Yield in Northern Finland / J. Kortesharju // Acta Bot. Fenn. – 1988. – Vol. 136. – P. 77–80.
9. Thiem, B. *Rubus chamaemorus* L. – a Boreal Plant Rich in Biologically Active Metabolites: A Review / B. Thiem // Biol. Lett. – 2003. – Vol. 40. – P. 3–13.
10. Kokko, H. Revegetation of Peatland for Cloudberry Cultivation. – Текст : электронный / H. Kokko, H. Teittinen, S. K renlampi // Wise Use of Peatlands : Proc. 12th Int. Congress (Tampere, Finland, 6–11 June, 2004). – P. 379–382. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/293609817>.
11. Theroux-Rancourt, G. Cloudberry Cultivation in Cutover Peatlands: Hydrological and Soil Physical Impacts on the Growth of Different Clones and Cultivars / G. Theroux-Rancourt, L. Rochefort, L. Lapointe // Mires Peat. – 2009. – Vol. 5. – P. 1–16.
12. Bussieres, J. Cloudberry Cultivation in Cutover Peatland: Improved Growth on Less Decomposed Peat / J. Bussieres, L. Rochefort, L. Lapointe // Can. J. Plant Sci. – 2015. – Vol. 95. – P. 479–489. DOI:10.4141/CJPS-2014-299.
13. Тяк, Г.В. «Золото Севера» – на садовые участки / Г.В. Тяк // Питомник и частный сад. – 2016. – № 6 (42). – С. 16–19.
14. Тяк, Г.В. Биологическая рекультивация выработанных торфяников путем создания посадок лесных ягодных растений / Г.В. Тяк, Л.Е. Курлович, А.В. Тяк // Вестник Казанского гос. аграрного ун-та. – 2016. – Т. 11. – № 2. – С. 43–46. DOI: 10.12737/20633.
15. Теория и практика размножения и плантационного выращивания лесных ягодных растений *Rubus arcticus* L., *Oxycoccus palustris* Pers. и *Vaccinium angustifolium* Ait. : моногр. / С.С. Макаров, В.С. Виноградова, Г.В. Тяк, Н.А. Бабич. – Караваево : Костромская ГСХА, 2021. – 394 с.
16. Перспективы промышленного выращивания и биотехнологические методы размножения лесных ягодных растений : моногр. / С.С. Макаров, М.Т. Упадышев, Р.С. Хамитов, А.М. Антонов, Е.И. Куликова, И.Б. Кузнецова. – Москва : Колос-С, 2023. – 152 с.
17. Тимирчинская, О. Лакомства из Карелии: как сделать бизнес на ягодах. – Текст : электронный / О. Тимирчинская // Газета.Ru. – 19.03.2019. – Режим доступа: URL: <https://www.gazeta.ru/business/2019/03/19/12250981.shtml>.
18. Кукушкин, С. В Югре княженику и морошку выращивают в промышленных масштабах. – Текст : электронный / С. Кукушкин // Вестник Сургутского района. – 17.07.2019. – Режим доступа: URL: <https://vestniksr.ru/news/24757-v-yugre-knjazheniku-i-moroshku-budut-vyraschivat-v-promyshlennyh-masshtabah.html>.

19. Рябов, А. Морошка финского сорта Ньюбу? / А. Рябов // Самарово – Ханты-Мансийск: городская общественно-политическая газета. – 15.08.2019. – № 35 (1087). – С. 20–21.
20. В Архангельской области развиваются проекты по выращиванию сортовых ягод. Текст : электронный // Бизнес-класс Архангельск. – 20.10.2022. – Режим доступа: URL: <https://bclass.ru/news/novosti/v-arkhangel'skoy-oblasti-razvivayutsya-proekty-po-vyrashchivaniyu-sortovykh-yagod/>.
21. Бутенко, Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе / Р.Г. Бутенко. – Москва : ФБК-Пресс, 1999. – 160 с.
22. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия : учеб. / В.С. Шевелуха, Е.А. Калашникова, Е.З. Кочиева [и др.]; под общ. ред. В.С. Шевелухи. – Москва : URSS, 2015. – 715 с.
23. Концевая, И.И. Использование культуры тканей для размножения редкого ягодного растения Беларуси – морошки приземистой / И.И. Концевая, М.П. Шалупаев, А.А. Яцына // Лес, наука, молодежь : матер. Междунар. науч. конф. – Т. 2. – Гомель, 1999. – С. 227–228.
24. Thiem, B. Micropropagation of Cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) by Initiation of Axillary Shoots / B. Thiem // Acta Soc. Bot. Pol. – 2001. – Vol. 70. – P. 11–16.
25. *In vitro* Propagation of Cloudberry (*Rubus chamaemorus*) / I. Martinussen, G. Nilsen, L. Svenson [et al.] // Plant Cell Tissue Organ Cult. – 2004. – Vol. 78. – P. 43–49.
26. Debnath, S.C. A Two-step Procedure for *in vitro* Multiplication of Cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) Shoots Using Bioreactor / S.C. Debnath // Plant Cell Tissue and Organ Culture. – 2007. – Vol. 88. – № 2. – P. 185–191. DOI: 10.1007/s11240-006-9188-x.
27. Murashige, T. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures / T. Murashige, F. Skoog // Phisiol. Plantarum. – 1962. – Vol. 3. – № 15. – P. 473–497.

References

1. Kosicyn, V.N. Moroshka: biologiya, resursnyj potencial, vvedenie v kul'turu : monogr. / V.N. Kosicyn. – Moskva : VNIILM, 2001. – 140 s.
2. Non-timber Forest Products from the Canadian Boreal Forest: an Exploration of Aboriginal Opportunities / P.C. Boxall, G. Murray, J.R. Unterschultz, P.C. Boxall // J.For. Econ. – 2003. – Vol. 9. – P. 75–96.
3. Savel'eva, I.B. Lesnye celiteli. Klyukva, brusnika, moroshka, chernika / I.B. Savel'eva. – Sankt-Peterburg : Nevskij prospekt, 2005. – 160 s.
4. Barnaulov, O.D. Lekarstvennye svojstva fruktov i yagod / O.D. Barnaulov, M.L. Pospelova. – Sankt-Peterburg : Inform-Navigator, 2013. – 256 s.
5. Ruchkina, N. Moroshka / N. Ruchkina // Himiya i zhizn'. – 2015. – № 10. – S. 56–57.
6. Sklyarenko, M. Yagody rastut / M. Sklyarenko // Ekspert Severo-Zapad. – 2019. – № 11 (772). – S. 18–21.
7. Gavrilova, A. Nashego polya yagoda. Kuda vmesto Evropy sobirayutsya postavlyat' moroshku? – Tekst : elektronnyj / A. Gavrilova // AiF na Murmane. – 23.03.2022. – Rezhim dostupa: URL: https://murmansk.aif.ru/society/nashego_polya_yagoda_kuda_vmesto_evropy_sobirayutsya_postavlyat_moroshku.
8. Kortesharju, J. Cloudberry Yields and Factors Affecting the Yield in Northern Finland / J. Kortesharju // Acta Bot. Fenn. – 1988. – Vol. 136. – P. 77–80.
9. Thiem, B. *Rubus chamaemorus* L. – a Boreal Plant Rich in Biologically Active Metabolites: A Review / B. Thiem // Biol. Lett. – 2003. – Vol. 40. – P. 3–13.
10. Kokko, H. Revegetation of Peatland for Cloudberry Cultivation. Tekst : elektronnyj / H. Kokko, H. Teittinen, S. K renlampi // Wise Use of Peatlands : Proc. 12th Int. Congress (Tampere, Finland, 6–11 June, 2004). – P. 379–382. – Rezhim dostupa: <https://www.researchgate.net/publication/293609817>.

11. Theroux-Rancourt, G. Cloudberry Cultivation in Cutover Peatlands: Hydrological and Soil Physical Impacts on the Growth of Different Clones and Cultivars / G. Theroux-Rancourt, L. Rochefort, L. Lapointe // Mires Peat. – 2009. – Vol. 5. – P. 1–16.
12. Bussieres, J. Cloudberry Cultivation in Cutover Peatland: Improved Growth on Less Decomposed Peat / J. Bussieres, L. Rochefort, L. Lapointe // Can. J. Plant Sci. – 2015. – Vol. 95. – P. 479–489. DOI:10.4141/CJPS-2014-299.
13. Tyak, G.V. «Zoloto Severa»–nasadovye uchastki / G.V. Tyak // Pitomniki chastnyjsad. – 2016. – № 6 (42). – S. 16–19.
14. Tyak, G.V. Biologicheskaya rekultivaciya vyrabotannyh torfyanikov putem sozdaniya posadok lesnyh yagodnyh rastenij / G.V. Tyak, L.E. Kurlovich, A.V. Tyak // Vestnik Kazanskogo gos. agrarnogo un-ta. – 2016. – T. 11. – № 2. – S. 43–46. DOI: 10.12737/20633.
15. Teoriya i praktika razmnozheniya i plantacionnogo vyrashchivaniya lesnyh yagodnyh rastenij *Rubus arcticus* L., *Oxycoccus palustris* Pers. i *Vaccinium angustifolium* Ait. : monogr. / S.S. Makarov, V.S. Vinogradova, G.V. Tyak, N.A. Babich. – Karavaevo : Kostromskaya GSKHA, 2021. – 394 s.
16. Perspektivy promyshlennogo vyrashchivaniya i biotekhnologicheskie metody razmnozheniya lesnyh yagodnyh rastenij : monogr. / S.S. Makarov, M.T. Upadyshev, R.S. Hamitov, A.M. Antonov, E.I. Kulikova, I.B. Kuznecova. – Moskva : Kolos-S, 2023. – 152 s.
17. Timirchinskaya, O. Lakomstva iz Karelii: kak sdelat' biznes na yagodah. – Tekst : elektronnyj / O. Timirchinskaya // Gazeta.Ru. – 19.03.2019. – Rezhim dostupa: URL: <https://www.gazeta.ru/business/2019/03/19/12250981.shtml>.
18. Kukushkin, S. V Yugre knyazheniku i moroshku vyrashchivayut v promyshlennyh masshtabah. – Tekst : elektronnyj / S. Kukushkin // Vestnik Surgut'skogo rajona. – 17.07.2019. – Rezhim dostupa: URL: <https://vestniksr.ru/news/24757-v-yugre-knjazheniku-i-moroshku-budut-vyrashchivat-v-promyshlennyh-masshtabah.html>.
19. Ryabov, A. Moroshka finskogo sorta Nyubyu? / A. Ryabov // Samarovo – Hanty-Mansijsk: gorodskaya obshchestvenno-politicheskaya gazeta. – 15.08.2019. – № 35 (1087). – S. 20–21.
20. V Arhangel'skoj oblasti razvivayutsya proekty po vyrashchivaniyu sortovyh yagod. – Tekst : elektronnyj // Biznes-klass Arhangel'sk. – 20.10.2022. – Rezhim dostupa: URL: <https://bclass.ru/news/novosti/v-arkhangel'skoj-oblasti-razvivayutsya-proekty-po-vyrashchivaniyu-sortovykh-yagod/>.
21. Butenko, R.G. Biologiya kletok vysshih rastenij *in vitro* i biotekhnologii na ih osnove / R.G. Butenko. – Moskva : FBK-Press, 1999. – 160 s.
22. Sel'skohozyajstvennaya biotekhnologiya i bioinzheneriya : ucheb. / V.S. Sheveluha, E.A. Kalashnikova, E.Z. Kochieva [i dr.] ; pod obshch. red. V.S. Sheveluhi. – Moskva : URSS, 2015. – 715 s.
23. Koncevaya, I.I. Ispol'zovanie kul'tury tkanej dlya razmnozheniya redkogo yagodnogo rasteniya Belarusi – moroshki prizemistoj / I.I. Koncevaya, M.P. Shalupaev, A.A. Yacyna // Les, nauka, molodezh' : mater. Mezhdunar. nauch. konf. – T. 2. – Gomeľ, 1999. – S. 227–228.
24. Thiem, B. Micropropagation of Cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) by Initiation of Axillary Shoots / B. Thiem // Acta Soc. Bot. Pol. – 2001. – Vol. 70. – P. 11–16.
25. *In vitro* Propagation of Cloudberry (*Rubus chamaemorus*) / I. Martinussen, G. Nilsen, L. Svenson [et al.] // Plant Cell Tissue Organ Cult. – 2004. – Vol. 78. – P. 43–49.
26. Debnath, S.C. A Two-step Procedure for *in vitro* Multiplication of Cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) Shoots Using Bioreactor / S.C. Debnath // Plant Cell Tissue and Organ Culture. – 2007. – Vol. 88. – № 2. – P. 185–191. DOI: 10.1007/s11240-006-9188-x.
27. Murashige, T.A. Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures / T. Murashige, F. Skoog // Phisiol. Plantarum. – 1962. – Vol. 3. – № 15. – P. 473–497.