

Научная статья

УДК 634.739.3

doi: 10.34655/bgsha.2022.67.2.021

## ВЛИЯНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ ЦИТОКИНИНОВ НА РАЗМНОЖЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ И ФОРМ КЛЮКВЫ БОЛОТНОЙ *IN VITRO*

Сергей Сергеевич Макаров<sup>1</sup>, Ирина Борисовна Кузнецова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Филиал ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» «Центрально-европейская лесная опытная станция», Кострома, Россия

<sup>2</sup> Костромская государственная сельскохозяйственная академия, п. Караваево, Костромская обл., Россия

<sup>1</sup> makarov\_serg44@mail.ru

<sup>2</sup> sonnereiser@yandex.ru

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований по изучению влияния цитокининов на органогенез растений клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.) сорта Дар Костромы и гибридной формы 1-15-635 в культуре *in vitro*. Клональное микро размножение – наиболее целесообразный метод размножения для плантационного выращивания высококачественного сортового посадочного материала лесных ягодных растений. На этапе «введение в культуру *in vitro*» изучалось влияние состава стерилизующего раствора и времени стерилизации на жизнеспособность эксплантов. Самая высокая жизнеспособность эксплантов клюквы болотной наблюдалась при использовании нитрата серебра 0,2% при времени стерилизации 10 мин (94–96%) и экостерилизатора бесхлорного 5% при времени стерилизации 20 мин (90–94%). На этапе «собственно микро размножение» при использовании цитокинина 2-иР в концентрациях 1,0 и 2,0 мг/л количество и суммарная длина побегов клюквы болотной были, соответственно, в 1,3–1,6 и 1,4–1,9 раза больше, чем при использовании цитокинина 6-БАП в тех же концентрациях. Суммарная длина побегов клюквы была больше в вариантах с питательной средой WPM (в 1,9–2 раза) и ее модификациями в виде разбавления минеральных солей в 2 и 4 раза (в 1,3–1,6 раза), чем в аналогичных вариантах с питательной средой AN. Максимальные значения суммарной длины микропобегов (14,2–21,0 см) клюквы болотной отмечены на питательной среде WPM 1/4 с цитокинином 2-иР в концентрации 2,0 мг/л и были у гибридной формы 1-15-635 в 1,1–1,5 раза больше, чем у сорта Дар Костромы.

**Ключевые слова:** клюква болотная, клональное микро размножение, *in vitro*, стерилизующие агенты, питательная среда, регуляторы роста, цитокинин.

Original article

## THE INFLUENCE OF THE NUTRIENT MEDIUM AND THE CONCENTRATION OF CYTOKININS ON THE REPRODUCTION OF PROMISING VARIETIES AND FORMS OF EUROPEAN CRANBERRY *IN VITRO*

Sergey S. Makarov<sup>1</sup>, Irina B. Kuznetsova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Central European Forest Experiment Station-Branch of All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Kostroma, Russian Federation

<sup>2</sup>Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo village, Kostroma region, Russia

<sup>1</sup>makarov\_serg44@mail.ru

<sup>2</sup>sonnereiser@yandex.ru

**Abstract.** The article provides the results of research on the study of the effect of cytokinins on the organogenesis of European cranberry (*Oxycoccus palustris* Pers.) plants of the Dar Kostromy variety and the hybrid form 1-15-635 in vitro. Clonal micropropagation is the most appropriate propagation method for plantation cultivation of high-quality varietal planting material of forest berry plants. The effect of the composition of the sterilizing solution and the sterilization time on the viability of the explants is studied at the stage of "introduction in vitro culture". The highest viability of European cranberry explants are observed when using silver nitrate 0.2% with a sterilization time of 10 min (94–96%) and a Chlorine-free eco-sterilizer 5% with a sterilization time of 20 min (90–94%). The number and total length of shoots of European cranberry plants when using cytokinin 2-iP at concentrations of 1,0 and 2,0 mg/l are 1,3–1,6 times and 1,4–1,9 times more than when using cytokinin 6-BAP at the same concentrations at the stage of "proper micropropagation". The total length of cranberry shoots is greater in the variants with the WPM nutrient medium (1,9–2 times) and its modifications in the form of dilution of mineral salts by 2 and 4 times (1,3–1,6 times) than in similar variants with culture medium AN. The maximum values of the total length of microshoots (14,2–21,0 cm) of European cranberry are on the WPM 1/4 nutrient medium with cytokinin 2-iP 2,0 mg/l and are in the hybrid form 1–15–635 in 1,1–1,5 times more than that of the Dar Kostromy variety.

**Keywords:** European cranberry, clonal micropropagation, in vitro, sterilizing agents, nutrient medium, growth regulators, cytokinin.

**Введение.** Плантационное выращивание лесных ягодных растений на нелесных землях требует большого количества высококачественного посадочного материала. Удовлетворению этих потребностей может способствовать разработка и совершенствование способов получения посадочного материала, учитывающих биологические особенности ягодных растений и обеспечивающих высокую эффективность их размножения. Существующие способы размножения не всегда обеспечивают стабильность результатов и являются весьма трудозатратными, в связи с чем не имеют широкого распространения. Успешный метод размножения должен быть экономичным и позволить в короткое время быстро получать растения из небольшого количества исходного материала [1; 2].

В культуре наиболее распространены два вида клюквы – крупноплодная (американская) (*O. macrocarpus* (Ait.) Pers) и болотная (европейская) (*O. palustris* Pers.). По сравнению с крупноплодной клюквы болотная является более зимостойкой и менее требовательной к теплу в период вегетации, а также отличается

меньшей урожайностью, более сильным угнетением сорняками и сложно поддается механизированному сбору ягодного урожая. Однако именно клюква болотная из-за небольшой потребности в тепле более перспективна для культивирования в условиях таежной зоны РФ, чем клюква крупноплодная [3]. При выращивании на плантациях клюквы болотной значительно повышается ее урожайность, что более эффективно по сравнению с эксплуатацией естественных зарослей, а использование при этом высокопродуктивных сортов и гибридов способствует большему повышению урожайности этого вида [4; 5].

Вегетативное размножение сортов и форм клюквы болотной является основным методом получения посадочного материала для плантаций, однако данные различных научных исследований (касаясь оптимальных сроков заготовки и посадки зеленых и одревесневших черенков, укореняемости и роста растений из черенков от приподнимающихся и стелющихся побегов, использования коротких черенков и др.) часто противоречивы и нуждаются в доработке [6-11].

Для наиболее эффективного и ускоренного получения большого количества высококачественного сортового посадочного материала лесных ягодных растений целесообразно использовать метод клонального микроразмножения [2]. Различными исследователями во всем мире изучались особенности клонального микроразмножения клюквы крупноплодной [12–17], при этом размножение осуществляется, в основном, методом активации пазушных меристем. Однако на сегодняшний день особенности выращивания клюквы болотной в культуре *in vitro* изучены недостаточно глубоко. С 2019 г. исследования по микроразмножению данного вида ведутся на Центрально-европейской лесной опытной станции ВНИИЛМ [18; 19].

**Цель исследований** – изучить влияние концентрации цитокининов 6-БАП и 2-иР на биометрические показатели клюквы болотной *in vitro* на этапе «собственно микроразмножение».

**Объекты и методы.** Исследования проводили в 2019–2021 гг. в лаборатори-

ях биотехнологии на базе Центрально-европейской лесной опытной станции ВНИИЛМ и Костромской ГСХА по общепринятым методикам [20]. В качестве объектов исследований использовали растения клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.) сорта Дар Костромы и гибридной формы 1-15-635. Экспланты растений получали из апикальных меристем, которые затем стерилизовали с использованием различных стерилизующих растворов: сулемы (0,2%), моющего средства «Доместос» (в разведении с водой 1:3), экостерилизатора бесхлорного (5%), перекиси водорода (30%), хлорной извести (в разведении с водой 1:1), нитрата серебра (0,2%) и препарата «Лизоформин 3000» (5%). После стерилизации растения культивировали на питательных средах WPM (Woody Plant Medium) и AN (Андресона), в том числе с разбавлением минеральной основы в 2 и 4 раза (рис. 1), в условиях световой комнаты при температуре +23...+25°C, влажности 75–80% и фотопериоде 16/8 часов.

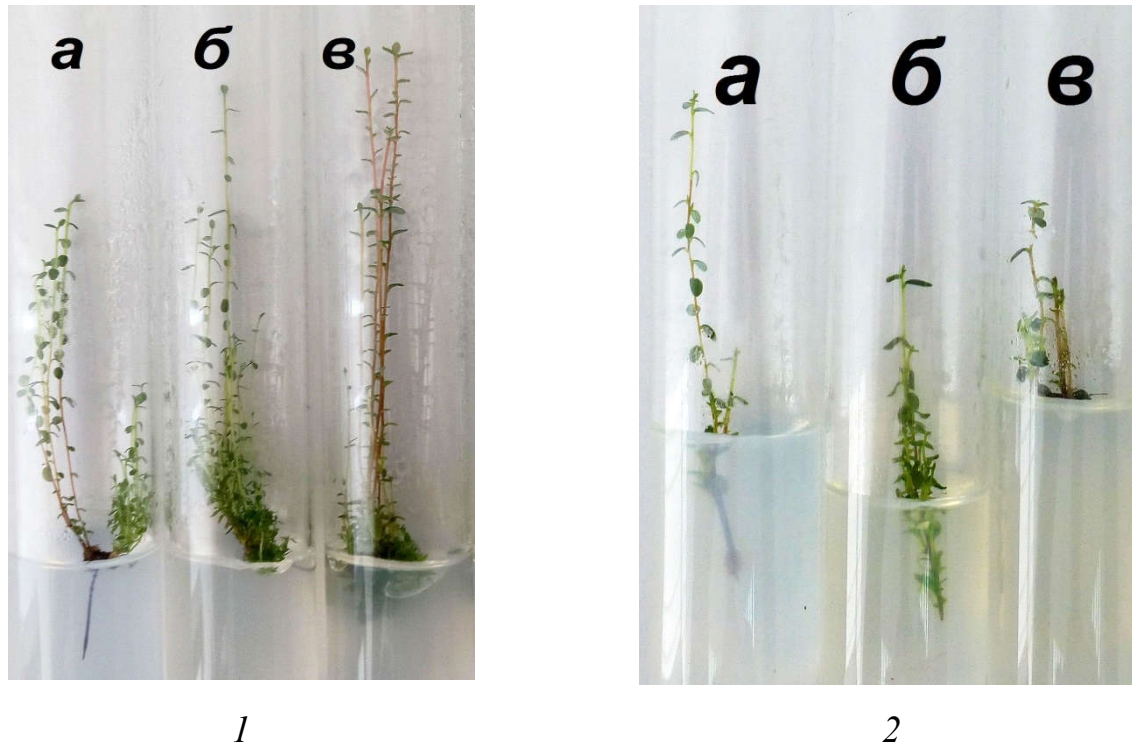


Рисунок 1. Растения клюквы болотной на питательных средах WPM (1) и AN (2): а – с полным содержанием минеральных солей; б – с разбавлением в 2 раза; в – с разбавлением в 4 раза

На этапе «собственно микроразмножение» в качестве регуляторов роста ис-

пользовали цитокинины 6-БАП (6-бензиламинопурил) и 2-иР (2-изопенталаденин)

в концентрациях 1,0 и 2,0 мг/л. Учитывали количество, среднюю и суммарную длину микропобегов в расчете на 1 растение. Повторность опыта 10-кратная, в каждом варианте по 15 растений. Статистическую обработку полученных данных проводили с применением программ AGROS v.2.11 и Microsoft Office 2016. Оценку достоверности опытов проводили с помощью наименьшей существенной разности на 5% уровне значимости ( $HC_{05}$ ), где: фактор А – состав питательной среды; фактор В – концентрация цитокинина.

**Результаты и обсуждение.** В результате исследований установлено, что на этапе введения в культуру наиболее эффективными оказались  $AgNO_3$  0,2% при времени стерилизации 10 мин и экостерилизатор бесхлорный 5% при времени стерилизации 20 мин, где жизнеспособ-

ность эксплантов составила: у сорта Дар Костромы 96 и 94%, а у гибридной формы 1-15-635 – 94 и 90% соответственно (табл. 1). Достаточно высокая жизнеспособность эксплантов была при обработке препаратом «Лизоформин 3000» (5%) при времени стерилизации 10 (88–90%) и 15 мин (82–86%), хлорной известью 1:1 при времени стерилизации 20 мин (82–84%), а также в вариантах с использованием сулемы (0,2%) в течение 15 мин (82%), но с резким снижением (до 10–12%) при увеличении экспозиции до 20 мин, что связано, по всей видимости, с фитотоксичностью хлорида ртути. При экспозиции 5 мин процент жизнеспособных эксплантов при обработке исследуемыми стерилизующими агентами был низким и не превышал 6–25%, остальные экспланты погибали от инфекции.

**Таблица 1** – Жизнеспособность (%) эксплантов клюквы болотной в зависимости от стерилизующих агентов и времени стерилизации

Стерилизующий агент	Время стерилизации, мин			
	5	10	15	20
<b>Сорт Дар Костромы</b>				
Сулема 0,1%	25	24	82	10
Доместос 1:3	10	20	44	32
Экостерилизатор бесхлорный 5%	6	72	54	94
Перекись водорода 30%	8	26	34	22
Хлорная известь 1:1	10	44	72	82
$AgNO_3$ 0,2%	6	96	40	8
Лизоформин 3000 5%	16	90	86	58
<b>Гибридная форма 1-15-635</b>				
Сулема 0,1%	24	20	82	12
Доместос 1:3	8	24	40	34
Экостерилизатор бесхлорный 5%	6	42	62	90
Перекись водорода 30%	8	28	50	24
Хлорная известь 1:1	4	36	78	84
$AgNO_3$ 0,2%	8	94	50	12
Лизоформин 3000 5%	14	88	82	60

На этапе «собственно микроразмножение» отмечено, что количество побегов незначительно увеличивалось с уменьшением концентрации минеральных элементов в питательных средах с использованием цитокининов 6-БАП и 2-іР и составляло, в среднем, на питательной среде WPM 2,1–2,6 шт., на WPM 1/2 – 2,1–2,2 шт., на WPM 1/4 – 3,1–3,3 шт., на AN – 1,8–

1,9 шт., на AN 1/2 – 2,0–2,2 шт., на AN 1/4 – 2,7–3,1 шт. Повышение концентрации в питательной среде цитокининов от 1,0 до 2,0 мг/л способствовало увеличению количества побегов у растений-регенерантов клюквы болотной при использовании 6-БАП в 1,5–2 раза, а при 2-іР – в 1,6–1,7 раза (табл. 2).

**Таблица 2** – Количество побегов (шт.) клюквы болотной *in vitro* в зависимости от питательной среды и концентрации цитокининов 6-БАП и 2-іР

Питательная среда	Концентрация цитокинина, мг/л				Среднее
	6-БАП		2-іР		
	1,0	2,0	1,0	2,0	
<b>Сорт Дар Костромы</b>					
WPM	1,8	2,9	1,9	3,6	2,6
WPM 1/2	1,7	3,0	1,8	3,3	2,5
WPM 1/4	2,2	4,0	2,0	4,9	3,3
AN	1,1	1,8	2,0	2,2	1,8
AN 1/2	1,8	2,0	2,2	2,0	2,0
AN 1/4	1,6	2,2	2,6	4,4	2,7
Среднее	1,7	2,6	2,1	3,4	-
НСР <sub>05</sub> фактор А = 1,45, фактор В = 1,13, общ. = 2,20					
<b>Гибридная форма 1-15-635</b>					
WPM	1,9	2,0	1,5	3,0	2,1
WPM 1/2	1,5	3,0	1,8	3,1	2,4
WPM 1/4	2,0	4,1	2,2	4,2	3,1
AN	1,0	1,8	2,0	2,9	1,9
AN 1/2	1,5	2,0	2,3	3,0	2,2
AN 1/4	1,9	2,6	2,9	4,9	3,1
Среднее	1,3	2,6	2,1	3,5	-
НСР <sub>05</sub> фактор А = 1,56, фактор В = 1,19, общ. = 2,10					

Средняя длина побегов клюквы болотной *in vitro* несколько увеличивалась при снижении концентрации питательных элементов: в питательной среде WPM – в 1,2–1,3 раза до состава WPM 1/4, в питательной среде AN – в 1,4–1,5 раза до состава AN 1/4 (табл. 3). С повышением

концентрации в питательной среде цитокининов от 1,0 до 2,0 мг/л средняя длина побегов клюквы болотной немного увеличивалась при использовании 6-БАП в 1,6–1,8 раза, при использовании 2-іР – в 1,8–2 раза.

**Таблица 3** – Средняя длина побегов (см) клюквы болотной *in vitro* в зависимости от питательной среды и концентраций цитокининов 6-БАП и 2-іР

Питательная среда	Концентрация цитокинина, мг/л				Среднее
	6-БАП		2-іР		
	1,0	2,0	1,0	2,0	
<b>Сорт Дар Костромы</b>					
WPM	1,3	2,2	1,2	3,0	1,9
WPM 1/2	1,1	2,5	1,4	3,2	2,1
WPM 1/4	1,8	2,9	2,2	2,9	2,5
AN	1,0	1,3	1,4	1,9	1,4
AN 1/2	1,2	2,0	1,5	2,1	1,7
AN 1/4	1,0	2,5	1,0	2,9	1,9
Среднее	1,4	2,2	1,5	2,7	-
НСР <sub>05</sub> фактор А = 1,75, фактор В = 1,64, общ. = 2,03					
<b>Гибридная форма 1-15-635</b>					
WPM	1,0	2,0	1,6	3,9	2,1
WPM 1/2	1,2	2,7	1,0	3,5	2,1
WPM 1/4	1,0	2,0	2,0	5,0	2,5
AN	1,3	1,5	1,5	1,0	1,3
AN 1/2	1,5	2,1	1,7	2,2	1,9
AN 1/4	1,1	2,9	1,2	2,5	1,9
Среднее	1,2	2,2	1,5	3,0	-
НСР <sub>05</sub> фактор А = 1,87, фактор В = 1,57, общ. = 2,31					

Суммарная длина побегов клюквы болотной оказалась значительно больше в вариантах с питательной средой WPM (в 1,9–2 раза) и ее модификациями в виде разбавления минеральных солей в 2 и 4 раза (в 1,3–1,6 раза), чем в аналогичных вариантах с питательной средой AN. С по-

вышением в питательных средах концентрации цитокининов от 1,0 до 2,0 мг/л суммарная длина побегов клюквы болотной значительно увеличивалась: при использовании 6-БАП – в 2,6–3,2 раза, при использовании 2-іР – в 3,0–3,6 раза (табл. 4).

**Таблица 4** – Суммарная длина побегов (см) клюквы болотной в зависимости от питательной среды и концентраций цитокининов 6-БАП и 2-іР

Питательная среда	Концентрация цитокинина, мг/л				Среднее
	6-БАП		2-іР		
	1,0	2,0	1,0	2,0	
<b>Сорт Дар Костромы</b>					
WPM	2,3	6,4	2,3	10,8	4,9
WPM 1/2	1,9	7,5	2,5	10,6	5,6
WPM 1/4	4,0	11,6	4,4	14,2	8,6
AN	1,1	2,3	2,8	4,2	2,6
AN 1/2	2,2	4,0	3,3	4,2	3,4
AN 1/4	1,6	5,5	2,6	12,8	5,6
Среднее	2,2	6,2	3,0	9,5	-
НСР <sub>05</sub> фактор А = 2,18, фактор В = 2,25, общ. = 3,32					
<b>Гибридная форма 1-15-635</b>					
WPM	1,9	4,0	2,4	11,7	5,0
WPM 1/2	1,8	8,1	1,8	10,8	5,6
WPM 1/4	2,0	8,2	4,4	21,0	8,9
AN	1,3	2,7	3,0	2,9	2,5
AN 1/2	2,3	4,2	3,9	6,6	4,3
AN 1/4	2,1	7,5	3,5	12,2	6,3
Среднее	1,9	5,8	3,2	10,9	-
НСР <sub>05</sub> фактор А = 2,11, фактор В = 2,18, общ. = 3,23					

Также следует отметить, что максимального значения суммарная длина побегов клюквы болотной достигала на питательной среде WPM 1/4 с цитокинином 2-іР в концентрации 2,0 мг/л и составляла у сорта Дар Костромы 14,2 см, у гибридной формы 1-15-635 – 21,0 см.

Таким образом, в результате проведенных исследований по клональному микроразмножению клюквы болотной на питательных средах WPM и AN, в том числе разбавленных в 2 и 4 раза, можно сделать следующие **выводы**:

1. Экспланты клюквы болотной имели высокую жизнеспособность (более 90%) при использовании в качестве основных стерилизаторов раствора нитрата серебра 0,2% при времени стерилизации 10 мин и экостерилизатора бесхлорного 5% при времени стерилизации 20 мин.

2. Максимального значения суммар-

ная длина побегов клюквы болотной достигала на питательной среде WPM 1/4 с цитокинином 2-іР в концентрации 2,0 мг/л.

3. При использовании на этапе «собственно микроразмножение» цитокинина 2-іР в концентрациях 1,0 и 2,0 мг/л количество и длина побегов клюквы болотной были больше, чем при использовании 6-БАП в тех же концентрациях.

#### Список источников

1. Ware L.M. Propagation Studies with the Southern Blueberry // Mississippi Agricultural Experiment Station. Bulletin. 1930. No 280. Pp. 1–40.
2. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник / В.С. Шевелуха [и др.]. Москва: Высшая школа, 2008. 416 с.
3. Черкасов А.Ф., Буткус В.Ф., Горбунов А.Б. Клюква. Москва: Лесная промышленность, 1981. 214 с.
4. Рекомендации по созданию планта-

ций клюквы в европейских районах СССР. Гомель, 1977. 25 с.

5. Костромской опыт рекультивации выработанных торфяников путем создания плантаций ягодных растений / Г.В. Тяк, В.А. Макеев, Г.Ю. Макеева, Л.В. Бочарова // Костромская земля в жизни Великой России : мат-лы межрегион. науч.-практ. конференции, посв. 70-й годовщине образования Костромской области (Кострома, 20–21 мая 2014 г.). Кострома : КГУ им. Н.А. Некрасова, 2014. С. 235–237.

6. Eck P. The American Cranberry. New Brunswick, London: Rutgers University Press, 1990. 420 p.

7. Клюква в Карелии / В.Ф. Юдина, З.М. Вахрамеева, П.Н. Токарев, Т.А. Максимова. Петрозаводск : Карелия, 1986. 204 с.

8. Буткус В.Ф., Рузгене Р.Ю. Клюкву – в культуру. Вильнюс, 1976. 35 с.

9. Вахрамеева З.М. Биологические особенности роста и плодоношения клюквы болотной в культуре // Эколого-биологические особенности и продуктивность растений болот. Петрозаводск, 1982. С. 89–120.

10. Туманова Л.И. Особенности приживаемости и роста черенков клюквы болотной // Дикорастущие ягодные растения СССР : тез. докл. Петрозаводск, 1980. С. 188–189.

11. Руководство по технологии и агротехнике плантационного выращивания клюквы, брусники и голубики. Москва : ВНИИЛМ, 1992. 54 с.

12. Polashock J.J., Vorsal N. Cranberry Transformation and Regeneration // Transgenic Plants and Crops. NY: Marcel Dekker Inc., 2002. Pp. 383–396.

13. Debnath S.C., McRae K.B. An Efficient In Vitro Shoot Propagation of Cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) by Axillary Bud Proliferation // Plant. Cell. Tiss. Organ. Cult. 2008. Vol. 93. Pp. 231–240.

14. Smagula J.M., Harker J. Cranberry Micropropagation Using a Lowbush Blueberry Medium // Acta Horticulturae. 1997. Vol. 446. Pp. 343–347.

15. Брилкина А.А., Павлова Е.Е. Особенности микроклонального размножения представителей подсемейства брусничные // Биология клеток растений in vitro и биотехнология : тез. междунар. конф., Звенигород (8–12 сентября 2008 г.). Москва, 2008. С. 52–53.

16. Sedlak J., Paprstein F. Micropropagation of cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) through shoot tip cultures – short communication // Horticultural Science (Prague). 2011. Vol. 38,

№ 4. Pp. 159–162.

17. Сохранение биологического разнообразия растений в культуре ткани in vitro и его рациональное использование / Т.И. Фоменко [и др.]; под ред. В.В. Титка, В.Н. Решетникова; Центральный ботанический сад НАН Беларуси: сохранение, изучение и использование биоразнообразия мировой флоры. Минск, 2012. С. 265–267.

18. Коренев И.А., Тяк Г.В., Макаров С.С. Создание новых сортов лесных ягодных растений и перспективы их интенсивного размножения (in vitro) // Лесохозяйственная информация. 2019. № 3. С. 180–189. URL: <http://lhi.vniilm.ru/>

19. Особенности клонального микроразмножения клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.) / С.С. Макаров, И.Б. Кузнецова, М.Т. Упадышев, С.А. Родин, А.И. Чудецкий // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51. № 1. С. 67–76.

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

## References

1. Ware L.M. Propagation Studies with the Southern Blueberry. *Mississippi Agricultural Experiment Station Bulletin*. 1930.280:1–40.

2. Sheveluha V.S. [et al.]. Selskhozaystvennaya biotekhnologiya [Agricultural Biotechnology]. Moscow : Vysshaya shkola, 2008. 416 p. (in Russ.)

3. Cherkasov A.F., Butkus V.F., Gorbunov A.B. Klyukva [Cranberry]. Moscow : Lesnaya promyshlennost', 1981. 214 p. (in Russ.)

4. Rekomendacii po sozdaniyu plantacij klyukvy v evropejskih rajonah SSSR [Recommendations for the Creation of Cranberry Plantations in the European Regions of the USSR]. Gornyy, 1977. 25 p. (in Russ.)

5. Tyak G.V., Makeev V.A., Makeeva G.Yu., Bocharova L.V. Kostromskoj opyt rekul'tivacii vyrabotannyh torfyanikov putem sozdaniya plantacij yagodnyh rastenij [Kostroma Experience in Reclamation of Worked-out Peat Bogs by Creating Plantations of Berry Plants]. Proc. of the Interregional Conf. "Kostromskaya zemlya v zhizni Velikoj Rossii", Kostroma, Russia, May 20–21, 2014. Pp. 235–237 (In Russ.)

6. Eck P. The American Cranberry. New Brunswick and London. Rutgers University Press, 1990. 420 p.

7. Yudina V.F., Vakhrameeva Z.M. Klyukva v Karelii [Cranberries in Karelia]. Petrozavodsk : Karelia, 1986. 204 p. (In Russ.)

8. Butkus V.F., Ruzgene R.Yu. Klyukvu – v kulturu [Cranberries – Into Culture]. Vilnius, 1976. 35 p. (In Russ.)
9. Vahrameeva Z.M. Biologicheskie osobennosti rosta i plodonosheniya klyukvy bolotnoj v kulture [Biological Features of Growth and Fruiting of European Cranberry in Culture]. *Ekologo-biologicheskie osobennosti i produktivnost' rastenij bolot [Ecological and Biological Characteristics and Productivity of Bog Plants]*. Petrozavodsk, 1982. Pp. 89–120 (In Russ.)
10. Tumanova L.I. Osobennosti prizhivaemosti i rosta cherenkov klyukvy bolotnoj [Peculiarities of Survival and Growth of Cranberry Bog Cuttings]. *Dikorastushchie yagodnye rasteniya SSSR [Wild Berry Plants of the USSR]*. Petrozavodsk, 1980. Pp. 188–189 (In Russ.)
11. Rukovodstvo po tekhnologii i agrotekhnike plantacionnogo vyrashchivaniya klyukvy, brusniki i golubiki [Guidelines for Technology and Agricultural Practices of Plantation Cultivation of Cranberries, Lingonberries and Blueberries]. Moscow. All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry Publ., 1992. 54 p. (In Russ.)
12. Polashock J.J., Vorsa N. Cranberry Transformation and Regeneration. *Transgenic Plants and Crops*. NY: Marcel Dekker Inc, 2002. Pp. 383–396.
13. Debnath S.C., McRae K.B. An Efficient In Vitro Shoot Propagation of Cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) by Axillary Bud Proliferation. *Plant. Cell. Tiss. Organ. Cult.* 2008;93:231–240.
14. Smagula J.M., Harker J. Cranberry Micropropagation Using a Lowbush Blueberry Medium. *Acta Horticulturae*. 1997;446:343–347
15. Brilkina A.A., Pavlova E.E. Osobennosti mikroklonal'nogo razmnozheniya predstavitelej podsemejstva brusnichnye [Features of Clonal Micropropagation of Representatives of the Lingonberry Subfamily]. *Proc. of the Int. Conf. "Biologiya kletok rastenij in vitro i biotekhnologiya"*. Zvenigorod, Russia, September 8–12, 2008. Pp. 52–53 (In Russ.)
16. Sedlak J., Paprstein F. Micropropagation of Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) through Shoot Tip Cultures – Short Communication. *Horticultural Science (Prague)*. 2011;38(4):159–162.
17. Fomenko T.I. [et al.]. Sohranenie biologicheskogo raznoobraziya rastenij v kul'ture tkani in vitro i ego racionalnoe ispol'zovanie [Preservation of Biological Diversity of Plants in Tissue Culture In Vitro and Its Rational Use]. *Centralnyj botanicheskij sad NAN Belarusi : sohranenie, izuchenie i ispol'zovanie bioraznoobraziya mirovoj flory [Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus: Conservation, Study and Use of Biodiversity of the World Flora]*. Minsk, 2012. Pp. 265–267 (In Russian)
18. Korenev I.A., Tyak G.V., Makarov S.S. Creation of New Cultivars of Forest Berry Plants and the Prospects for Its Intensive Reproduction (In Vitro). *Lesohozyajstvennaya informaciya [Forestry Information]*. 2019;3:180–189. URL: <http://lhi.vniilm.ru/> (In Russ.)
19. Makarov S.S., Kuznetsova I.B., Upadyshev M.T., Rodin S.A., Chudetsky A.I. Features of Clonal Micropropagation of European Cranberry (*Oxycoccus palustris* Pers.). *Food Processing: Techniques and Technology*. 2021;51(1):67–76 (In Russ.)
20. Kalashnikova E.A. Kletochnaya inzheneriya rastenij [Cellular Plant Engineering]. Moscow. Urait, 2020. 333 p. (In Russ.)

#### Информация об авторах

**Сергей Сергеевич Макаров** – старший научный сотрудник группы недревесной продукции леса;

**Ирина Борисовна Кузнецова** – доцент кафедры агрохимии, почвоведения и защиты растений.

#### Information about the authors

**Sergey S. Makarov** – Senior Researcher of Non-timber Forest Products Group;  
**Irina B. Kuznetsova** – Associate Professor of Agrochemistry, Soil Science and Plant Protection Chair.

Статья поступила в редакцию 04.10.2021; одобрена после рецензирования 20.10.2021; принята к публикации 20.05.2022.

The article was submitted on 04.10.2021; approved after reviewing on 20.10.2021; accepted for publication on 20.05.2022.