

Научная статья

УДК 634.739

DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2022.1.04

Органогенез красники (*Vaccinium praestans* Lamb.) при клональном микроразмножении

Антон Игоревич Чудецкий¹**Сергей Анатольевич Родин²**

доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН

Павел Александрович Феклистов³

доктор сельскохозяйственных наук

Ирина Борисовна Кузнецова⁴

кандидат сельскохозяйственных наук

Лилия Валерьевна Зарубина⁵

доктор сельскохозяйственных наук

Аннотация. Приведены результаты исследований по культивированию красники (*Vaccinium praestans* Lamb.) форм Сахалинская и Курильская *in vitro* на этапах «собственно микроразмножение» и «укоренение микропобегов» с использованием питательной среды WPM с различным содержанием микро- и макролей. В качестве росторегулирующих веществ использовали цитокинин 6-БАП в концентрациях 0,5–1,0 мг/л, ауксины ИМК и ИУК в концентрациях 1,0 и 2,0 мг/л; в качестве биостимуляторов – растворы препаратов Циркон в концентрации 0,5 мл/л и НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л. Количество микропобегов и корней растений-регенерантов красники на питательной среде WPM 1/2 было значительно выше, чем на средах WPM и WPM 1/4. На этапе «собственно микроразмножение» максимальная суммарная длина микропобегов (4,5–5,0 см) красники наблюдалась на питательной среде WPM 1/2, содержащей 6-БАП в концентрации 0,5 мг/л и препарат НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л. На этапе «укоренение микропобегов» максимальная суммарная длина корней (7,7–9,1 см) красники отмечена на питательной среде WPM 1/2 при добавлении ИМК в концентрации 2,0 мг/л и препарата НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л.

Ключевые слова: красника, клоповка сахалинская, лесные ягодные растения, клональное микроразмножение, *in vitro*, росторегулирующие вещества, биостимуляторы

Для цитирования: Чудецкий А.И., Родин С.А., Феклистов П.А., Кузнецова И.Б., Зарубина Л.В. Органогенез красники (*Vaccinium praestans* Lamb.) при клональном микроразмножении // Лесохозяйственная информация. 2022. № 1. С. 62–73. DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2022.1.04

¹ Центральное-европейская лесная опытная станция, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, ведущий инженер (Кострома, Российская Федерация), a.chudetsky@mail.ru

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

³ Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова УрО РАН, главный научный сотрудник (Архангельск, Российская Федерация), pfeklistov@yandex.ru

⁴ Костромская государственная сельскохозяйственная академия, доцент (Кострома, Российская Федерация), sonnereiser@yandex.ru

⁵ Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, профессор (Вологда, Российская Федерация), liliya270975@yandex.ru

Original article

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.04

Organogenesis of Kamchatka Bilberry (*Vaccinium praestans* Lamb.) in Clonal Micropropagation

Anton I. Chudetsky¹

Sergey A. Rodin²

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

Pavel A. Feklistov³

Doctor of Agricultural Sciences

Irina B. Kuznetsova⁴

Candidate of Agricultural Sciences

Lilia V. Zarubina⁵

Doctor of Agricultural Sciences

Abstract. The results of studies on the cultivation of the Kamchatka bilberry (*Vaccinium praestans* Lamb.) of Sakhalin and Kuril forms *in vitro* at the stages of “proper micropropagation” and “rooting of microshoots” using a WPM nutrient medium with various content of micro and macro salts. 6-BAP cytokinin at concentrations of 0.5–1.0 mg/l, IBA and IAA auxins at concentrations of 1.0 and 2.0 mg/l are used as growth-regulating substances; solutions of Zircon preparations at a concentration of 0.5 ml/l and HB-101 at a concentration of 0.1 ml/l are used as biostimulants. The number of microshoots and roots of regenerated Kamchatka bilberry plants on the WPM 1/2 nutrient medium are significantly higher than in the variants with WPM and WPM 1/4. The maximum total length of microshoots (4.5–5.0 cm) of Kamchatka Bilberry is observed in the WPM 1/2 nutrient medium with 6-BAP at a concentration of 0.5 mg/l and the addition of HB-101 at a concentration of 0.1 ml/l at the stage of “prorer micropropagation”. The maximum total length of roots (7.7–9.1 cm) of Kamchatka bilberry is observed on the WPM 1/2 nutrient medium with IBA at a concentration of 2.0 mg/l and the addition of HB-101 at a concentration of 0.1 ml/l at the stage of “rooting of microshoots”.

Key words: Kamchatka bilberry, forest berry plants, clonal micropropagation, *in vitro*, growth regulating substances, biostimulants.

For citation: Chudetsky A., Rodin S., Feklistov P., Kuznetsova I., Zarubina L. Organogenesis of Kamchatka Bilberry (*Vaccinium praestans* Lamb.) in Clonal Micropropagation // Forestry information. 2022. № 1. P. 62–73. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.04

¹ Central European Forestry Experimental Station, Branch of the Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Leading Engineer (Kostroma, Russian Federation), a.chudetsky@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 Federal Research Center for the Comprehensive Study of the Arctic named after Academician N.P. Laverov, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher (Arkhangelsk, Russian Federation), pfeklistov@yandex.ru

⁴ Kostroma State Agricultural Academy, Associate Professor (Kostroma, Russian Federation), sonnereiser@yandex.ru

⁵ Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Professor (Vologda, Russian Federation), liliya270975@yandex.ru

Возрастание антропогенной и техногенной нагрузки, ухудшение экологической ситуации в мире обуславливают интенсивное сокращение природных ресурсов хозяйственно ценных видов лесных ягодных растений, а некоторые из них находятся на грани исчезновения [1]. Кроме того, в настоящее время повышается интерес к выращиванию нетрадиционных видов лесных ягодных растений за пределами районов их произрастания. К одному из таких видов относится красника, или вакциниум превосходный (народное название – клоповка сахалинская).

Красника (*Vaccinium praestans* Lamb.) – это теневыносливый вегетативно-подвижный листопадный кустарничек, его плоды характеризуются уникальными вкусовыми качествами, высокой лекарственной и пищевой ценностью. Данный вид ягодного растения имеет весьма ограниченный ареал распространения – в основном на территориях с муссонным климатом (Камчатка, Сахалин, Курильские острова, Приморский и Хабаровский края, частично – острова Японии) и произрастает в тенистых местах, на прогалинах и вырубках тайги, во влажных хвойных и смешанных лесах, в долинах на открытых местах и в полутени, на моховых болотах вдоль морского побережья, горных склонах, старых лесных дорогах и просеках. Растение зимует под защитой глубокого снежного покрова, но способно выдерживать сильные морозы и в бесснежные зимы [2–5].

В естественных условиях произрастания размножение красники в основном происходит вегетативным способом, реже – семенным [2, 5]. Опыт интродукции данного вида с применением традиционных способов размножения в условиях европейской части России показал перспективность его выращивания и в других лесорастительных и климатических условиях [6, 7].

Для круглогодичного получения большого количества высококачественного оздоровленного посадочного материала лесных ягодных растений наиболее целесообразно использовать метод клонального микроразмножения [8, 9]. При этом для улучшения процессов органогенеза

растений в последнее время все чаще применяют стимуляторы роста биологического происхождения, которые могут оказывать многосторонний положительный эффект на рост и развитие культивируемых растений. Исследований по введению красники в культуру *in vitro* проводилось крайне мало [4, 10], а сведения о результатах работ неизвестны.

Авторами впервые проведена работа по выращиванию красники в культуре *in vitro* с использованием разных составов питательных сред и их модификаций (в том числе с применением препаратов Циркон и НВ-101) на основе ранее выполненных исследований по микроклональному размножению других видов лесных ягодных растений [11–14].

Цель исследований – изучить влияние состава питательной среды и росторегулирующих веществ на процессы образования микропобегов и корней красники *in vitro*.

Объекты и методика исследований

Исследования по микроклональному размножению растений красники проводили в 2019–2021 гг. на базе Центрально-европейской лесной опытной станции ВНИИЛМ по общепринятым методикам [15]. Объектами исследования служили растения-регенеранты красники форм Сахалинская и Курильская, отобранные в местах их естественного произрастания (юг о. Сахалина и о. Итурупа соответственно).

Растения-регенеранты красники культивировали на питательной среде Woody Plant Medium (WPM) [16], в том числе в вариантах с уменьшенным в 2 и 4 раза содержанием микро- и макроэлементов, в условиях световой комнаты при температуре +23...+25 °С, влажности 75–80 % и фотопериоде 16 ч света и 8 ч темноты (рисунок). В качестве росторегулирующих веществ на этапе «собственно микроразмножение» использовали 6-бензиламинопуридин (6-БАП) в концентрациях 0,5 и 1,0 мг/л; на этапе укоренения микропобегов – индолилмасляную (ИМК)

и индолилуксусную (ИУК) кислоты в концентрациях 1,0 и 2,0 мл/л.

На обоих этапах клонального микроразмножения в питательные среды в качестве стимуляторов роста добавляли препараты – Циркон в концентрации 0,5 мл/л и НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л.

Циркон (действующее вещество – смесь гидроксикоричных кислот в концентрации 0,1 г/л) – многофункциональный экологически безопасный биостимулятор негормонального происхождения, регулирующий и ускоряющий процессы роста, корнеобразования и плодоношения растений, полученный из экстракта эхинацеи пурпурной [17].

НВ-101 – разработанный в Японии экологически чистый, нетоксичный стимулятор роста и активатор иммунной системы для культивирования всех видов растений. Он представляет собой синтезированный концентрированный водный раствор, изготовленный из хвои гималайского кедра, кипариса, сосны, коры платана и листьев подорожника [18].

В качестве контрольного использовали вариант без добавления ростостимулирующих препаратов. При этом учитывали количество, среднюю и суммарную длину микропобегов и корней на одно растение-регенерант. Повторность опыта – 10-кратная, в каждой по 30 растений.

Статистическую обработку экспериментальных данных выполняли с использованием программ AGROS v.2.11 и Microsoft Office Excel 2016. Достоверность результатов оценивали с помощью наименьшей существенной разности на 5 %-м уровне значимости (HCP_{05}) [19]. Применяли трехфакторный дисперсионный анализ, где: фактор А – состав питательной среды; фактор В – концентрация росторегулирующего вещества (цитокинина или ауксина); С – добавление биостимулятора.

Результаты и обсуждение

В ходе исследований выявлено, что на этапе «собственно микроразмножение» существенно



РАСТЕНИЯ-РЕГЕНЕРАНТЫ КРАСНИКИ *IN VITRO* НА ЭТАПЕ «СОБСТВЕННО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ» НА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ WPM

большее количество микропобегов растений-регенерантов исследуемых форм красники формировалось на питательной среде WPM 1/2 и составляло у исследуемых форм: при концентрации цитокинина 6-БАП 1,0 мг/л – в среднем 5,5–6,1 шт., при концентрации 0,5 мг/л – 4,1–4,4 шт. (табл. 1). При этом с повышением концентрации цитокинина 6-БАП от 0,5 до 1,0 мг/л в среде WPM 1/2 количество микропобегов увеличивалось: у растений формы Сахалинская – в 1,3 раза, формы Курильская – в 1,5 раза. В вариантах со средами WPM и WPM 1/4 различия в количестве микропобегов были статистически незначимы.

При добавлении в питательную среду препарата НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л количество микропобегов исследуемых форм красники

Таблица 1. Количество микропобегов на одно растение-регенерант красники *in vitro* в зависимости от питательной среды, концентрации цитокинина 6-БАП и наличия стимуляторов роста, шт.

Питательная среда	Концентрация 6-БАП, мг/л	Количество микропобегов, шт.			Среднее
		Контроль	Циркон 0,5 мл/л	НВ-101 0,1 мл/л	
<i>Форма Сахалинская</i>					
WPM	0,5	2,8	2,6	2,6	2,6
	1,0	3,0	3,1	3,3	3,1
WPM 1/2	0,5	4,0	4,3	4,8	4,4
	1,0	5,1	5,5	6,0	5,5
WPM 1/4	0,5	3,0	3,2	3,4	3,2
	1,0	3,5	3,8	4,0	3,8
Среднее		3,6	3,7	4,0	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,73, фактор В = 1,07, фактор С = 1,64, общ. = 2,27					
<i>Форма Курильская</i>					
WPM	0,5	2,5	2,7	2,6	2,6
	1,0	3,3	3,5	3,6	3,5
WPM 1/2	0,5	3,8	4,0	4,4	4,1
	1,0	5,5	6,0	6,9	6,1
WPM 1/4	0,5	3,0	3,2	3,4	3,2
	1,0	3,8	4,0	4,5	4,1
Среднее		3,6	3,9	4,2	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,98, фактор В = 1,26, фактор С = 1,95, общ. = 2,78					

незначительно повысилось по сравнению с контролем и в среднем составляло: у формы Сахалинская – 4,0 шт., у формы Курильская – 4,2 шт. При добавлении Циркона значения этого показателя почти не изменились по сравнению с контролем. Таким образом, наличие стимуляторов роста не повлияло на увеличение количества побегов.

При повышении в питательной среде концентрации цитокинина 6-БАП средняя длина микропобегов красники уменьшалась, однако статистически значимые различия были отмечены только в вариантах с WPM 1/2: у формы Сахалинская при концентрации 6-БАП 0,5 мг/л значения этого показателя составляли в среднем 4,3 см, при 1,0 мг/л – 2,1 см, а у формы Курильская – 4,1 и 2,2 см соответственно. Статистически достоверных различий в средней длине микропобегов в зависимости от состава питательной среды и добавления в нее стимуляторов роста не выявлено (табл. 2).

Суммарная длина микропобегов красники всех исследуемых форм была существенно больше в вариантах с питательной средой WPM 1/2 (табл. 3). При повышении концентрации цитокинина 6-БАП от 0,5 до 1,0 мг/л она значительно снижалась. Добавление в питательную среду стимулятора роста НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л способствовало существенному увеличению суммарной длины микропобегов красники. Максимальные значения этого показателя отмечены на питательной среде WPM 1/2 с добавлением цитокинина 6-БАП в концентрации 0,5 мг/л: у формы Сахалинская – 22,1 см, у формы Курильская – 21,1 см.

Наибольший коэффициент размножения красники *in vitro* на одно растение-регенерант, равный 5, наблюдался на питательной среде WPM 1/2, в связи с чем дальнейшие исследования проводили на данной среде.

На этапе «укоренение микропобегов» значимых различий по количеству корней красники

ТАБЛИЦА 2. Средняя длина микропобегов на одно растение-регенерант красники *IN VITRO* в зависимости от питательной среды, концентрации цитокинина 6-БАП и наличия стимуляторов роста, см

ПИТАТЕЛЬНАЯ СРЕДА	КОНЦЕНТРАЦИЯ 6-БАП, мг/л	Средняя длина побегов, см			СРЕДНЕЕ
		Контроль	Циркон 0,5 мл/л	НВ-101 0,1 мл/л	
<i>Форма Сахалинская</i>					
WPM	0,5	3,4	3,0	3,9	3,4
	1,0	1,5	1,8	2,2	1,8
WPM 1/2	0,5	3,9	4,4	4,6	4,3
	1,0	1,8	2,1	2,5	2,1
WPM 1/4	0,5	3,5	3,4	3,8	3,6
	1,0	1,6	1,9	2,4	2,0
Среднее		2,6	2,8	3,2	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,96, фактор В = 1,74, фактор С = 1,62, общ. = 2,03					
<i>Форма Курильская</i>					
WPM	0,5	3,2	3,1	2,9	3,1
	1,0	1,7	1,9	2,3	2,0
WPM 1/2	0,5	3,5	3,9	4,8	4,1
	1,0	2,0	2,2	2,5	2,2
WPM 1/4	0,5	3,0	3,5	3,9	3,5
	1,0	1,8	2,0	2,3	2,0
Среднее		2,5	2,8	3,1	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,89, фактор В = 1,78, фактор С = 1,99, общ. = 2,19					

в зависимости от типа ауксина и его концентрации в питательной среде WPM 1/2 не выявлено. Так, при использовании как ИМК, так и ИУК при концентрации 1,0 мг/л число корней у растений обеих форм красники варьировало от 1,2 до 1,6 шт., при 2,0 мг/л – от 1,9 до 2,1 шт. (табл. 4). Существенных различий в количестве корней при добавлении в питательную среду стимуляторов роста также не наблюдалось.

Средняя длина корней красники была наибольшей при использовании ИМК в концентрации 2,0 мг/л и составляла в среднем: у формы Сахалинская – 2,0 см, у формы Курильская – 2,1 см. В вариантах с добавлением в питательную среду препарата НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л средняя длина корней была больше соответственно в 2,2 и 2,4 раза по сравнению с контролем (табл. 5). Однако различия в зависимости от типа ауксина и его концентрации, а также от наличия стимуляторов роста были статистически незначимы.

Суммарная длина корней красники в вариантах с наличием в питательной среде WPM 1/2 ауксина ИМК в концентрации 2,0 мг/л была в 1,6–2,1 раза больше, чем при концентрации 1,0 мг/л. В вариантах с ИУК при концентрации 2,0 мг/л этот показатель у формы Сахалинская был выше в 1,7 раза, чем при концентрации 1,0 мг/л, тогда как у формы Курильская он существенно не изменился (табл. 6). При добавлении в питательную среду препарата НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л суммарная длина корней красники была больше, чем в контроле: у формы Сахалинская – в 2,6 раза, у формы Курильская – в 3,3 раза.

Максимального значения суммарная длина корней красники достигала на питательной среде WPM 1/2, содержащей ауксин в концентрации ИМК 2,0 мг/л и препарат НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л. При этом у красники формы Курильская этот показатель был выше, чем у растений формы Сахалинская, но разница была статистически незначима.

Таблица 3. Суммарная длина микропобегов на одно растение-регенерант красники *IN VITRO* в зависимости от питательной среды, концентрации цитокинина 6-БАП и наличия стимуляторов роста, см

Питательная среда	Концентрация 6-БАП, мг/л	Суммарная длина микропобегов, см			Среднее
		Контроль	Циркон 0,5 мл/л	НВ-101 0,1 мл/л	
<i>Форма Сахалинская</i>					
WPM	0,5	9,5	7,8	10,1	9,1
	1,0	4,5	5,6	7,3	5,8
WPM 1/2	0,5	15,6	18,9	22,1	18,9
	1,0	9,2	11,5	15,0	11,9
WPM 1/4	0,5	10,5	10,9	12,9	11,4
	1,0	5,6	7,2	9,6	7,5
Среднее		9,1	10,3	12,8	-
HCP ₀₅ фактор А = 3,04, фактор В = 2,93, фактор С = 2,82, общ. = 5,29					
<i>Форма Курильская</i>					
WPM	0,5	8,0	8,4	7,5	8,0
	1,0	5,6	6,6	8,3	6,8
WPM 1/2	0,5	13,3	15,6	21,1	16,6
	1,0	11,0	13,2	17,2	13,8
WPM 1/4	0,5	9,0	11,2	13,3	11,2
	1,0	6,8	8,0	10,4	8,4
Среднее		8,9	10,5	13,0	-
HCP ₀₅ фактор А = 3,02, фактор В = 2,77, фактор С = 2,80, общ. = 5,86					

Таблица 4. Количество корней на одно растение-регенерант красники *IN VITRO* на питательной среде WPM 1/2 в зависимости от концентрации ауксинов и наличия стимуляторов роста

Ауксин	Концентрация ауксина, мг/л	Количество корней, шт.			Среднее
		Контроль	Циркон 0,5 мл/л	НВ-101 0,1 мл/л	
<i>Форма Сахалинская</i>					
ИМК	1,0	1,6	1,6	1,5	1,6
	2,0	1,8	2,0	2,2	2,0
ИУК	1,0	1,3	1,0	1,3	1,2
	2,0	1,7	1,9	2,3	2,0
Среднее		1,6	1,6	1,8	-
HCP ₀₅ фактор А = 1,14, фактор В = 1,16, фактор С = 1,11, общ. = 1,32					
<i>Форма Курильская</i>					
ИМК	1,0	1,5	1,7	1,6	1,6
	2,0	1,9	2,0	2,4	2,1
ИУК	1,0	1,2	1,5	1,8	1,5
	2,0	1,6	2,0	2,2	1,9
Среднее		1,5	1,8	2,0	-
HCP ₀₅ фактор А = 1,26, фактор В = 1,18, фактор С = 1,14, общ. = 1,38					

Таблица 5. Средняя длина корней на одно растение-регенерант красники *in vitro* на питательной среде WPM 1/2 в зависимости от концентрации ауксинов и наличия стимуляторов роста

Ауксин	Концентрация ауксина, мг/л	Средняя длина корней, см			Среднее
		Контроль	Циркон 0,5 мл/л	НВ-101 0,1 мл/л	
<i>Форма Сахалинская</i>					
ИМК	1,0	1,3	1,6	2,0	1,6
	2,0	1,0	1,5	3,5	2,0
ИУК	1,0	1,0	1,5	2,0	1,5
	2,0	0,9	1,6	2,1	1,5
Среднее		1,1	1,5	2,4	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,35, фактор В = 1,44, фактор С = 1,36, общ. = 1,59					
<i>Форма Курильская</i>					
ИМК	1,0	1,1	1,4	1,6	1,4
	2,0	0,8	1,7	3,8	2,1
ИУК	1,0	1,3	1,6	2,3	1,7
	2,0	0,7	1,5	1,9	1,4
Среднее		1,0	1,5	2,4	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,48; фактор В = 1,26; фактор С = 1,17; общ. = 1,52					

Таблица 6. Суммарная длина корней на одно растение-регенерант красники *in vitro* на питательной среде WPM 1/2 в зависимости от концентрации ауксинов и наличия стимуляторов роста

Ауксин	Концентрация ауксина, мг/л	Суммарная длина корней, см			Среднее
		Контроль	Циркон 0,5 мл/л	НВ-101 0,1 мл/л	
<i>Форма Сахалинская</i>					
ИМК	1,0	2,1	2,6	3,0	2,6
	2,0	1,8	3,0	7,7	4,2
ИУК	1,0	1,3	1,5	2,6	1,8
	2,0	1,5	3,0	4,8	3,1
Среднее		1,7	2,5	4,5	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,06, фактор В = 1,14, фактор С = 1,32, общ. = 2,36					
<i>Форма Курильская</i>					
ИМК	1,0	1,7	2,4	2,6	2,2
	2,0	1,5	3,4	9,1	4,7
ИУК	1,0	1,6	2,4	4,1	2,7
	2,0	1,1	3,0	4,2	2,8
Среднее		1,5	2,8	5,0	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,04, фактор В = 1,20, фактор С = 1,45, общ. = 2,79					

Выводы

В результате исследований выявлено, что при клональном микроразмножении красники

на этапе «собственно микроразмножение» количество побегов растений и их суммарная длина были существенно больше в вариантах с питательной средой WPM 1/2. Максимальная

суммарная длина микропобегов красники отмечена при культивировании растений-регенерантов на питательной среде WPM 1/2 с концентрацией цитокинина 6-БАП 0,5 мг/л и добавлением препарата НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л. На этапе «укоренение микропобегов» суммарная длина корней красники, культивируемой на питательной среде WPM 1/2, была существенно выше в вариантах с ауксином ИМК в концентрации 2,0 мг/л. Максимальная суммарная

длина корней красники отмечена на питательной среде WPM 1/2 при концентрации ауксина ИМК 2,0 мг/л с добавлением препарата НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л. Высокий коэффициент размножения красники *in vitro* свидетельствует о перспективности использования метода клонального микроразмножения с применением современных биостимуляторов для получения большого количества высококачественного посадочного материала данного вида.

Список источников

1. 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.
2. Красикова, В.И. Биология и рациональное использование красники (*Vaccinium praestans* Lamb.) на Сахалине / В.И. Красикова. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1987. – 108 с.
3. Чернягина, О.А. Красника *Vaccinium praestans* на Камчатке / О.А. Чернягина // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : мат-лы XIII Междунар. науч. конф., посв. 75-летию со дня рождения д.б.н. С.А. Дыренкова (Петропавловск-Камчатский, 14–15 ноября 2012). – Петропавловск-Камчатский : Камчат-пресс, 2012. – С. 124–128.
4. Исаева, И.С. Красника – удар по гипертонии / И.С. Исаева // Сады России. – 2012. – № 7 (28). – С. 26–32.
5. Красикова, В.И. Основные направления повышения продуктивности и восстановления естественных зарослей красники *Vaccinium praestans* Lamb. на острове Сахалин / В.И. Красикова, Я.В. Денисова // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : матер. XX Междунар. науч. конф., посвящ. 150-летию со дня рождения академика РАН В.Л. Комарова (Петропавловск-Камчатский, 12–13 ноября 2019). – Петропавловск-Камчатский, 2019. – С. 257–261.
6. Смирнов, И.Ю. Перспективы окультуривания красники / И.Ю. Смирнов // Плодоводство и ягодоводство России. – 2001. – Т. 8. – С. 94–99.
7. Курлович, Т.В. Брусника, клюква, красника. Сорты, посадка, уход // Т.В. Курлович, А.В. Гавриков. – М. : Кладезь-Букс, 2010. – 64 с.
8. Бутенко, Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе / Р.Г. Бутенко. – М. : ФБК-Пресс, 1999. – 160 с.
9. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия : учеб. ; изд. 4-е, перераб. и доп. / под. ред. В.С. Шевелухи. – М. : URSS, 2015. – 715 с.
10. Stanienė, G. Peculiarities of Propagation *in Vitro* of *Vaccinium vitis-idaea* L. and *V. praestans* Lamb. / G. Stanienė, V. Stanys, Z. Kawecki // Biologija. – 2002. – Vol. 1. – P. 84–86.
11. Влияние освещения на ризогенез ягодных растений при клональном микроразмножении / С.С. Макаров, С.А. Родин, И.Б. Кузнецова, А.И. Чудецкий, С.Ю. Цареградская // Техника и технология пищевых производств (Food Processing: Techniques and Technology). – 2021. – Т. 51. – № 3. – С. 520–528. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-3-520-528
12. 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 (Food Processing: Techniques and Technology). – 2021. – Т. 51. – № 1. – С. 67–76. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-1-67-76
13. Особенности культивирования российских и зарубежных сортов жимолости съедобной (*Lonicera edulis* Turcz.) *in vitro* / Е.И. Куликова, С.С. Макаров, И.Б. Кузнецова, А.И. Чудецкий // Техника и технология пищевых производств (Food Processing: Techniques and Technology). – 2021. – Т. 51. – № 4. – С. 712–722. – DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-712-722
14. Obtaining High-Quality Planting Material of Forest Berry Plants by Clonal Micropropagation for Restoration of Cutover Peatlands / S.S. Makarov, I.B. Kuznetsova, A.I. Chudetsky, S.A. Rodin // Lesnoy zhurnal [Russian Forestry Journal]. – 2021. – № 2. – P. 21–29. – DOI: 10.17238/0536-1036-2021-2-21-29
15. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учеб. и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. – М. : Юрайт, 2020. – 333 с.

16. Lloyd, G. Commercially-feasible Micropropagation of Mountain Laurel, *Kalmia latifolia*, by Use of Shoot Tip Culture / G. Lloyd, B. McCown // Combined Proceedings of the International Plant Propagator's Society. – 1980. – Vol. 30. – P. 421–427.

17. АНО «Нэст-М»: офиц. сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nest-m.ru/>

18. ООО «Флора»: офиц. сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hb-101.ru/>

19. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

References

1. Problemy ispol'zovaniya i vosproizvodstva fitogennyh pishchevyyh i lekarstvennyh resursov lesa na zemlyah lesnogo fonda Kostromskoj oblasti / S.S. Makarov, E.S. Bagaev, S.Yu. Caregradskaya, I.B. Kuznecova // Lesnoj zhurnal. – 2019. – № 6. – S. 118–131.

2. Krasikova, V.I. Biologiya i racional'noe ispol'zovanie krasniki (*Vaccinium praestans* Lamb.) na Sahaline / V.I. Krasikova. – Vladivostok: DVNC AN SSSR, 1987. – 108 s.

3. Chernyagina, O.A. Krasnika *Vaccinium praestans* na Kamchatke / O.A. Chernyagina // Sohranenie bioraznoobraziya Kamchatki i prilgayushchih morej: mat-ly VIII Mezhdunar. nauch. konf., posv. 75-letiyu so dnya rozhdeniya d.b.n. S.A. Dyrenkova (Petropavlovsk-Kamchatskij, 14–15 noyabrya 2012). – Petropavlovsk-Kamchatskij: Kamchatpress, 2012. – S. 124–128.

4. Isaeva, I.S. Krasnika – udar po gipertonii / I.S. Isaeva // Sady Rossii. – 2012. – № 7 (28). – S. 26–32.

5. Krasikova, V.I. Osnovnye napravleniya povysheniya produktivnosti i vosstanovleniya estestvennyh zaroslej krasniki *Vaccinium praestans* Lamb. na ostrove Sahalin / V.I. Krasikova, Ya.V. Denisova // Sohranenie bioraznoobraziya Kamchatki i prilgayushchih morej: mater. XX Mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. 150-letiyu so dnya rozhdeniya akademika RAN V.L. Komarova (Petropavlovsk-Kamchatskij, 12–13 noyabrya 2019). – Petropavlovsk-Kamchatskij, 2019. – S. 257–261.

6. Smirnov, I.Yu. Perspektivy okul'turivaniya krasniki / I.Yu. Smirnov // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – 2001. – T. 8. – S. 94–99.

7. Kurlovich, T.V. Brusnika, klyukva, krasnika. Sorta, posadka, uhod // T.V. Kurlovich, A.V. Gavrikov. – M.: Kladez'-Buks, 2010. – 64 s.

8. Butenko, R.G. Biologiya kletok vysshih rastenij in vitro i biotekhnologii na ih osnove / R.G. Butenko. – M.: FBK-Press, 1999. – 160 s.

9. Sel'skohozyajstvennaya biotekhnologiya i bioinzhenneriya: ucheb. ; izd. 4-e, pererab. i dop. / pod. red. V.S. Sheveluhi. – M.: URSS, 2015. – 715 s.

10. Stanienė, G. Peculiarities of Propagation *In Vitro* of *Vaccinium vitis-idaea* L. and *V. praestans* Lamb. / G. Stanienė, V. Stanys, Z. Kawecki // Biologija. – 2002. – Vol. 1. – P. 84–86.

11. Vliyanie osveshcheniya na rizogenez yagodnyh rastenij pri klonal'nom mikrorazmnozhenii / S.S. Makarov, S.A. Rodin, I.B. Kuznecova, A.I. Chudeckij, S.Yu. Caregradskaya // Tekhnika i tekhnologii a pishchevyyh proizvodstv (Food processing: Techniques and Technology). – 2021. – T. 51. – № 3. – S. 520–528. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-3-520-528

12. Osobennosti klonal'nogo mikrorazmnozheniya klyukvy bolotnoj (*Oxycoccus ralustris* Pers.) / S.S. Makarov, I.B. Kuznecova, M.T. Upadyshev, S.A. Rodin, A.I. Chudeckij // Tekhnika i tekhnologiya pishchevyyh proizvodstv (Food Processing: Techniques and Technology). – 2021. – T. 51. – № 1. – S. 67–76. – DOI: 10.21603/2074-9414-2021-1-67-76

13. Osobennosti kul'tivirovaniya rossijskih i zarubezhnyh sortov zhimolosti s'edobnoj (*Lonicera edulis* Turcz.) *in vitro* / E.I. Kulikova, S.S. Makarov, I.B. Kuznecova, A.I. Chudeckij // Tekhnika i tekhnologiya pishchevyyh proizvodstv (Food Processing: Techniques and Technology). – 2021. – T. 51. – № 4. – S. 712–722. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-712-722

14. Obtaining High-Quality Planting Material of Forest Berry Plants by Clonal Micropropagation for Restoration of Cutover Peatlands / S.S. Makarov, I.B. Kuznetsova, A.I. Chudetsky, S.A. Rodin // Lesnoy zhurnal [Russian Forestry Journal]. – 2021. – №. 2. – P. 21–29. DOI: 10.17238/0536-1036-2021-2-21-29
15. Kalashnikova, E. A. Kletochnaya inzheneriya rastenij : ucheb. i praktikum dlya vuzov / E.A. Kalashnikova. – M. : Yurajt, 2020. – 333 s.
16. Lloyd, G. Commercially-feasible Micropropagation of Mountain Laurel, *Kalmia latifolia*, by Use of Shoot Tip Culture / G. Lloyd, B. McCown // Combined Proceedings of the International Plant Propagator's Society. – 1980. – Vol. 30. – P. 421–427.
17. ANO «Nest-M» : ofic. sajt [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.nest-m.ru/>
18. ООО «Flora» : ofic. sajt [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.hb-101.ru/>
19. Dospikhov, B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospikhov. – M. : Agropromizdat, 1985. – 351 s.