

ОСОБЕННОСТИ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ *IN VITRO* РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *RHODODENDRON*

© 2023

Шилина Д.М., Сырова В.В., Макарова А.Е., Широков А.И.Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
(г. Нижний Новгород, Российская Федерация)

Аннотация. Одним из первоклассных материалов для озеленения городских территорий является род *Rhododendron* L. Однако существует проблема получения посадочного материала, поскольку традиционные методы размножения малоэффективны или занимают много времени и ресурсов. Решением данной проблемы может стать микроклональное размножение в условиях *in vitro*. Объектами исследований служили сорт *Rhododendron* *Helsinki University*, гибрид *Rhododendron* *hybrid Marianna v. Weizsacker* и вид *Rhododendron* *caucasicum* var. *Rosea*. Для эксперимента использовались три варианта питательной среды Woody Plant Medium (WPM): с добавлением гормонов БАП/ИМК или НУК/КИН в соотношении 1/4 мг/л и контрольный вариант без гормонов. Анализ влияния различных концентраций фитогормонов показал, что для различных представителей свойственны свои комбинации регуляторов роста. Для *Rh. caucasicum* var. *Rosea* безгормональная среда оказалась наиболее подходящей для роста растений, а также появления побегов II порядка. Для *Rh. hybrid Marianna v. Weizsacker* оптимальной средой для роста растений также была безгормональная среда, однако добавление НУК/КИН усиливало кущение. Наличие в среде ИМК/БАП оказало отрицательный эффект для вида и гибрида. Использование же этих гормонов для *Rh. Helsinki University* привело к стимулированию роста и кущения растения, в то время как гормоны НУК/КИН вызвали угнетающий эффект.

Ключевые слова: Ericaceae; фитогормоны; питательная среда; регуляторы роста; культивирование *in vitro*; вегетативное размножение.

SPECIFIC FEATURES OF *IN VITRO* MICROPROPAGATION OF VARIOUS REPRESENTATIVES OF THE GENUS *RHODODENDRON*

© 2023

Shilina D.M., Syrova V.V., Makarova A.E., Shirokov A.I.

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (Nizhny Novgorod, Russian Federation)

Abstract. One of the best plants for landscaping urban areas are representatives of the genus *Rhododendron* L. However, there is the problem of obtaining planting material because traditional propagation methods are inefficient or take a lot of time and resources. *In vitro* micropropagation can be a solution to this problem. The research objects were *Rhododendron* *Helsinki University*, *Rhododendron* *hybrid Marianna v. Weizsacker*, and *Rhododendron* *caucasicum* var. *Rosea*. Three variants of Woody Plant Medium (WPM) were used for the experiment: with the addition of benzylaminopurine/indolylbutyric acid or naphthylacetic acid/kinetin in the proportion of 1/4 mg/l, and a control variant without hormones. The analysis of the effect of different concentrations of phytohormones has demonstrated that for different representatives there are specific combinations of growth regulators. For *Rh. caucasicum* var. *Rosea* the hormone-free medium was the most suitable for plant growth as well as the appearance of shoots of order II. For *Rh. hybrid Marianna v. Weizsacker*, the optimal medium for plant growth was also a hormone-free medium, but the addition of naphthylacetic acid / kinetin enhanced the tillering. The presence of benzylaminopurine / indolylbutyric in the medium had a negative effect on the species and the hybrid. The use of these hormones for *Rh. Helsinki University* resulted in stimulation of growth and tillering of the plant, while naphthylacetic acid / kinetin hormones caused a depressing effect.

Keywords: Ericaceae; phytohormones; nutrient medium; growth regulators; *in vitro* cultivation; vegetative multiplication.

Введение

В настоящее время все больше городских и частных территорий подвергается озеленению, которое имеет большое значение в архитектурно-планировочном и санитарно-гигиеническом планах, позволяет улучшить социальные и эстетические качества облагораживаемой территории [1; 2, с. 323; 3, с. 150]. Особый интерес представляют новые виды, сорта и гибриды растений, обладающие высокодекоративными качествами [4, с. 451]. Одним из первоклассных материалов для озеленения является род *Rhododendron* L. – крупнейший в семействе Вересковые (Ericaceae Juss.), включающий около 1300 вечнозеленых, полувечнозеленых и листопадных видов и более 10 тыс. сортов [5; 6, с. 26].

Рододендроны относятся к трудно укореняемым растениям, поэтому вегетативные методы размножения (прививки, черенкование, отводки, деление куста) не подходят для получения качественного посадочного материала [4, с. 451–452; 7, с. 17]. Чтобы получить большее количество сортового посадочного материала, необходимо иметь много маточных растений, причем эти растения должны быть достаточно крупными, с ветвями, низко расположенными у земли [8]. Наиболее эффективным методом массового воспроизводства рододендронов в настоящее время является клональное микроразмножение, позволяющее в относительно короткие сроки получать большее количество однотипных здоровых саженцев [9, p. 9; 10; 11, с. 63].

Цель данного исследования – подбор оптимального гормонального состава среды для вегетативного размножения *in vitro* представителей рода *Rhododendron*.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследований использовались три представителя рода *Rhododendron*: сорт *Rh. Helsinky University*, гибрид *Rh. hybrid Marianna v. Wezsacker* и вид *Rh. caucasicum var. Rosea* из коллекции растений Ботанического сада ННГУ. Данные представители рода *Rhododendron* представляют собой морозостойкие вечнозеленые кустарники с обильным цветением крупными соцветиями [12, p. 111–112; 13, с. 145; 14]. Растения обладают высокодекоративными качествами, способны произрастать в умеренно холодном климате, поэтому являются подходящим вариантом для озеленения. Исследование проводилось на базе лаборатории микроклонального размножения растений Ботанического сада ННГУ в летний период 2021 г. по апрель 2022 г.

Для изучения потенциала вегетативного размножения в условиях *in vitro* использовалась питательная среда Woody Plant Medium (WPM) [15] (табл. 1). Было приготовлено два варианта среды WPM с добавлением гормонов БАП/ИМК или НУК/КИН в соотношении 1/4 мг/л и контрольный вариант без гормонов. Для каждого объекта исследования использовалось по 10 колб каждого варианта среды (2 экспериментальные + контроль), в которые пересаживали по 10 растений высотой 10 мм. Растения культивировались в помещении при световом режиме 16/8 при t +20°C.

Таблица 1 – Пропись питательной среды WPM [15]

Компонент	Концентрация, мг/л
NH ₄ NO ₃	200
MgSO ₄ × 7H ₂ O	185
MnSO ₄ × 7H ₂ O	12,5
KH ₂ PO ₄	85
KSO ₄	495
CaCl × 2H ₂ O	6,355
Ca(NO ₃) ₂	20
H ₃ BO ₃	3,1
CuSO ₄ × 5H ₂ O	0,0125
NaMoO ₄ × 2H ₂ O	1,25
ZSO ₄ × 7H ₂ O	4,3
FeSO ₄ × 7H ₂ O	27,85
Na ₂ -ЭДТА	37,25
Мезоинозит	100
Тиамин (B1)	0,8
Пиридоксин (B6)	1
Никотиновая к-та (B3)	1
Сахароза	20000
Агар-агар	8000
Ундевит	500
pH среды 5,5	

По истечении 4 месяцев происходило снятие результатов и оценка эффективности использования питательных сред с содержанием гормонов (рис. 1). При помощи цифрового USB микроскопа Oitez DP-M07-200 были сделаны фотографии растений. По полученным фото производилось измерение длины главного побега и корня в программе eScore. Также визуальным методом был проведен подсчет количе-

ства листьев и образование побегов II порядка у исследуемых растений. Итоговая оценка достоверности полученных данных осуществлялась при использовании расчета критерия Манна–Уитни с последующим анализом полученных результатов.



Рисунок 1 – *Rh. Helsinky University* в начале эксперимента (А) и спустя 4 месяца культивирования на питательной среде с содержанием 1/4 мг/л ИМК/БАП (Б)

Результаты и их обсуждение

По результатам, представленным на графике (рис. 2), у особей *Rh. caucasicum var. Rosea* наличие в среде гормонов угнетало рост главного побега, особенно это проявилось в группе, культивированной на среде с ИМК/БАП. У *Rh. hybrid Marianna v. Wezsacker* наблюдались аналогичные результаты. У *Rh. Helsinky University*, наоборот, наличие в питательной среде фитогормонов, особенно ИМК/БАП, стимулировало рост главного побега растений по сравнению с контрольной группой.

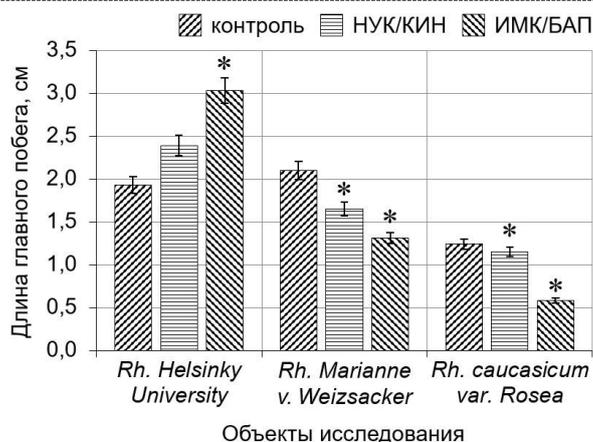


Рисунок 2 – Средние значения длины главного побега исследуемых объектов (статистически значимые отличия величин по критерию Манна–Уитни отмечены «*»)

Использование фитогормонов НУК/КИН не оказало значимого эффекта на длину корня у *Rh. caucasicum var. Rosea*, в то время как использование фитогормонов ИМК/БАП дало отрицательный эффект

(рис. 3). У *Rh. hybrid Marianna v. Weizsacker* наличие в питательной среде гормонов не повлияло на рост корней. У *Rh. Helsinky University*, как и у *Rh. caucasicum var. Rosea*, наличие в среде фитогормонов угнетало рост главного корня, однако наиболее отрицательный эффект был у группы, культивируемой на среде, содержащей НУК/КИН.

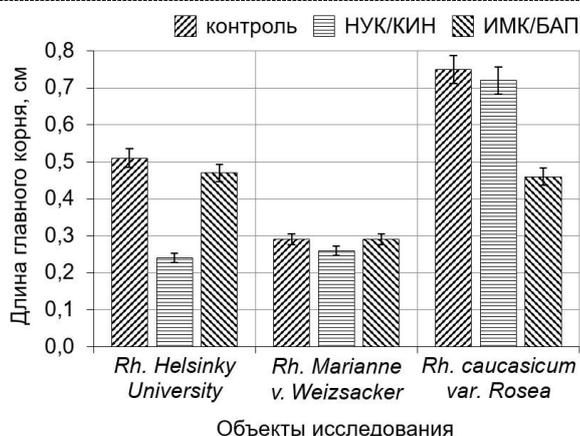


Рисунок 3 – Средние значения длины корня исследуемых объектов

По результатам, представленным на графике (рис. 4), у растений *Rh. caucasicum var. Rosea* содержание в среде фитогормонов ИМК/БАП оказывало негативное воздействие на формирование новых листовых пластинок, в то время как фитогормоны НУК/КИН оказывали пусть и незначительный, но положительный эффект по сравнению с контрольной группой. Содержание в среде фитогормонов, особенно ИМК/БАП, оказывало угнетающий эффект на формирование листьев у *Rh. hybrid Marianna v. Weizsacker*. У *Rh. Helsinky University* наибольшее количество листьев наблюдалось у группы растений, культивируемых на среде с фитогормонами ИМК/БАП, а вот содержание в среде НУК/КИН оказывало негативный эффект.

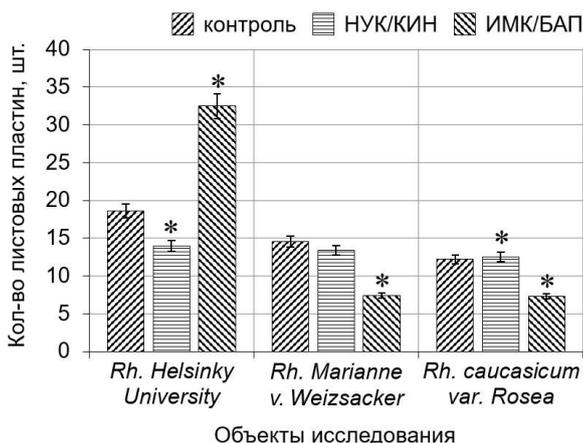


Рисунок 4 – Среднее значение количества листьев исследуемых объектов (статистически значимые отличия величин по критерию Манна–Уитни отмечены «*»)

У особей *Rh. caucasicum var. Rosea* образовались побеги второго порядка только в контрольной безгормональной среде (1–2 побега). У *Rh. hybrid Marianna v. Weizsacker* кущение наблюдалось во всех трех группах. Наибольшее (более 10 побегов II порядка на растении) наблюдалось в экспериментальной группе с концентрацией фитогормонов НУК/КИН

1/4 мг/л, наименьшее кущение в экспериментальной группе с концентрацией фитогормонов ИМК/БАП 1/4 мг/л (2–4 побегов). В контрольной группе наблюдалось среднее значение по кущению (5–8) (рис. 5). У *Rh. Helsinky University* наибольшее кущение наблюдалось в экспериментальной группе с концентрацией фитогормонов ИМК/БАП 1/4 мг/л, наименьшее в экспериментальной группе с концентрацией фитогормонов НУК/КИН 1/4 мг/л.



Рисунок 5 – *Rh. hybrid Marianna v. Weizsacker* на контрольной среде спустя 4 месяца культивирования

На потенциал вегетативного размножения в условиях *in vitro* может оказывать влияние множество факторов: состав питательной среды, наличие и соотношение гормонов, выбор экспланта, освещение и др. [16, с. 11]. В данном исследовании акцент был сделан на подбор фитогормонов.

В экспериментах использовались ауксины – ИМК (индолил-3-масляная кислота) и НУК (1-нафталилуксусная кислота) в сочетании с цитокининами – КИН (6-фурфуриламинопурин) и БАП (6-бензиламинопурин) в соотношении 1/4 мг/л. В исследованиях других авторов, помимо этих гормонов, использовались ИУК (индолил-3-уксусная кислота), 2иП (2-изопентиниладенин), Зеатин, ТДЗ (тидиазурон) и др. [4; 6; 9; 17; 18]. Индуцировать прямую регенерацию побегов из эксплантов позволяет оптимальное соотношение цитокининов и ауксинов в среде [19; 20, с. 166]. Это соотношение имеет видоспецифичный характер. Однако чаще встречаются сообщения об успешной прямой регенерации при соотношении цитокининов и ауксинов в среде от 1:1 до 5:1 [21; 22]. При разработке оптимальной методики микроклонального размножения рододендронов учитывается ряд факторов, основными из которых являются размеры растения (длина побега и корня) и коэффициент размножения [17; 22, р. 57]. Во многих исследованиях особое внимание уделяют длине побега и кущению, поскольку образование развитой корневой системы для дальнейшей высадки *in vivo* зачастую осуществляют отдельным

культивированием на обедненной среде или обедненной среде с добавлением ауксинов [17, с. 81; 19, с. 41].

Анализируя длину главного побега у исследуемых объектов, можно сделать вывод, что оптимальной средой для выращивания является контрольная безгормональная среда WPM, за исключением образцов *Rh. Helsinki University*, оптимальной средой для которых можно считать экспериментальную с комбинацией фитогормонов ИМК/БАП в соотношении 1/4 мг/л. В работе Т.В. Каленчук с соавт. [22] культивирование *Rh. hybrid Marianna v. Weizsacker* с добавлением ИУК/2иП в соотношении 1/5 мг/л также не дало достоверной положительной динамики для роста побега, хотя наблюдалась тенденция к увеличению длины при уменьшении концентрации регуляторов роста до 0,2/1.

Установлено, что для всех исследуемых видов/сортов/гибридов рододендронов наиболее эффективным способом укоренения является контрольная безгормональная питательная среда. Но также стоит отметить, что у *Rh. hybrid Marianna v. Weizsacker* показатели ризогенеза равны как в контрольной, так и в экспериментальной группе с комбинацией фитогормонов ИМК/БАП.

Возможно, характер образования побегов II порядка у исследуемых объектов можно объяснить тем, что используемая нами питательная среда WPM больше подходит для мультипликации гибридов и сортов рода рододендрон. Поэтому у особей *Rh. caucasicum* var. *Rosea*, который является видом, образование побегов II порядка наблюдалось только в контрольной безгормональной среде.

Для особей *Rh. hybrid Marianna v. Weizsacker*, который является гибридом, можно считать наиболее эффективной для мультипликации среду WPM – как контрольную, так и с добавлением регуляторов роста НУК/КИН в соотношении 1/4 мг/л, так как там образовалось наибольшее количество побегов II порядка. В работе Т.В. Каленчук с соавт. [22], где использовались ИУК/2иП для *Rh. hybrid Marianna v. Weizsacker* в соотношении 1/5, наблюдали наибольшее разрастание каллусной ткани в основании побега, а также образование из нее адвентивных побегов. Увеличение размера каллусной ткани у основания побегов и вследствие этого развитие адвентивных побегов – это нежелательные последствия при размножении сортового материала, так как увеличивается генетическая неоднородность полученного материала. В связи с этим оптимальными при микроклональном размножении являлись среды с более низким содержанием гормонов (0,6/3 мг/л ИУК/2иП).

Для особей *Rh. Helsinki University*, являющихся сортом, можно считать наиболее благоприятной питательную среду WPM с добавлением регуляторов роста ИМК/БАП в соотношении 1/4 мг/л, так как именно там наблюдалось наибольшее образование клонов. У особей *Rh. caucasicum* var. *Rosea*, который является видом, образование побегов II порядка наблюдалось только в контрольной безгормональной среде. Возможно, низкая интенсивность образования побегов II порядка *Rh. caucasicum* var. *Rosea* объясняется тем, что используемая нами питательная среда WPM, по-видимому, больше подходит для мультипликации гибридов и сортов рода рододендрон. Многие исследователи при изучении мультипликации рода *Rhododendron* также используют среду Андерсона [4; 6; 18; 23].

Заключение

Анализ влияния различных концентраций фитогормонов показал, что для вида/гибрида/сорта свойственны свои комбинации и концентрации регуляторов роста. Так, например, для исследуемого объекта *Rh. Helsinki University*, который является сортом, установлено, что наилучшие показатели роста достигаются на питательной среде с добавлением ИМК/БАП в соотношении 1/4 мг/л. В то время как для образца *Rh. caucasicum* var. *Rosea*, являющегося видом, подходит питательная среда WPM без добавлений фитогормонов.

Для успешной мультипликации *Rh. Helsinki University* установлена комбинация фитогормонов ИМК/БАП в соотношении 1/4 мг/л; для успешной мультипликации *Rh. hybrid Marianna v. Weizsacker* подходят питательные среды WPM – как контрольная безгормональная, так и с добавлением фитогормонов НУК/КИН в соотношении 1/4 мг/л; успешной для мультипликации *Rh. caucasicum* var. *Rosea* можно считать питательную среду WPM без добавления регуляторов роста.

Список литературы:

1. Панчук А.А. Благоустройство и озеленение городской среды в формирующейся Санкт-Петербургской агломерации [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=16468>.
2. Кумсиашвили Л.Г. Благоустройство городской среды как ключевой фактор в формировании комфортного уровня жизни // Весенние дни науки: сб. докл. междунар. конф. студентов и молодых ученых (24–25 апреля 2020 г.). Екатеринбург: Изд-во УМЦ УПИ, 2020. С. 323–325.
3. Сапоненко В.В., Горбовская А.Д. Современное озеленение в благоустройстве территорий г. Санкт-Петербурга // Неделя науки 2017: мат-лы науч. форума с междунар. участием. СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2017. С. 150–152.
4. Мухаметвафина А.А. Размножение *Rhododendron luteum* Sweet. в культуре *in vitro* // Экобиотех. 2019. Т. 2, № 4. С. 451–455. DOI: 10.31163/2618-964x-2019-2-4-451-455.
5. Кондратович Р.Я. Рододендроны в Латвийской ССР: биологические особенности культуры. Рига, 1981. 303 с.
6. Зайцева Ю.Г., Новикова Т.И. Клональное микроразмножение *Rhododendron dauricum* // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Биология, клиническая медицина. 2014. Т. 12, № 1. С. 26–31.
7. Зайцева Ю.Г. Особенности морфогенеза и размножения *in vitro* некоторых представителей рода *Rhododendron* L.: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.01. Новосибирск, 2015. 17 с.
8. Петухова И.П. Рододендроны на юге Приморья. Интродукция, культура. Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2006. 131 с.
9. Каленчук Т.В., Буглай В.А., Вечорко М.А., Ильичик Д.Н. Влияние различных типов ауксинов на развитие побегов *Rhododendron* hybr. в культуре *in vitro* и адаптация растений-регенерантов в закрытом грунте // International Scientific and Practical Conference World Science. 2017. Vol. 5, № 5 (21). P. 9–12.
10. Briggs V.A., McCulloch S.M., Edick L.A. Micropropagation of azaleas using thidiazuron // Acta Horticulturae. 1988. Vol. 227. P. 205–208. DOI: 10.17660/actahortic.1988.227.60.
11. Зюзина Ю.А., Немцова Е.В. Влияние синтетического аморфного диоксида кремния на растения *Rhododendron roseum* (L.) в культуре *in vitro* // Бюллетень Брянского отделения Русского ботанического общества. 2017. № 2 (10). С. 63–66.

12. Ekhvaia J., Bakhia A., Asanidze Z., Beltadze T., Abdaladze O. Linking leaf functional traits with plant resource utilization strategy in an evergreen scrub species *Rhododendron caucasicum* Pall. along longitudinal gradient in Georgia (the South Caucasus) // Journal of Forest and Environmental Science. 2022. Vol. 38, iss. 2. P. 110–121. DOI: 10.7747/jfes.2022.38.2.110.

13. Зайцева Ю.Г., Амброс Е.В., Новикова Т.И. Укоренение и адаптация регенерантов морозоустойчивых представителей рода *Rhododendron* к условиям *ex vitro* // Turczaninowia. 2018. Т. 21, № 1. С. 144–152. DOI: 10.14258/turczaninowia.21.1.13.

14. Александрова М.С. Рододендроны. М.: Кладезь-Букс, 2004. 96 с.

15. Lloyd G., McCown B.H. Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture // Combined Proceedings International Plant Propagators' Society, 1980. Vol. 30 P. 421–427.

16. Бабилова А.В., Гафицкая И.В., Корень О.Г., Музарок Т.И., Змеева В.Н., Пинкус С.А., Акимова Л.А., Баркалова О.К. Микрклональное размножение декоративных древесных растений // Проблемы озеленения населенных пунктов: мат-лы городской науч.-практ. конф. (г. Владивосток, 23 мая 2013 г.) / под общ. ред. А.И. Коршенко. Владивосток: Морской ун-т, 2013. С. 10–14.

17. Зайцева Ю.Г., Новикова Т.И. Сохранение и размножение *Rhododendron schlippenbachii* с использованием методов биотехнологии // Растительный мир Азии

России: Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. 2015. № 4 (20). С. 79–85.

18. Бровко Е.С., Хлебцова Л.П., Мироненко О.Н. Оптимизация размножения *in vitro* *Rhododendron dauricum* L. // Современная биотехнология: актуальные вопросы, инновации и достижения: сб. тез. всерос. с междунар. уч. онлайн-конф. / под общ. ред. А.Ю. Просекова. Кемерово, 2020. С. 238–240.

19. Широков А.И., Крюков Л.А. Основы биотехнологии растений: учеб.-метод. пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. 49 с.

20. Егорова Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.А. Основы биотехнологии: учеб. пособие. М.: Академия, 2003. 208 с.

21. Iapichino G., McCullech S., Chen T.H.H. Adventitious shoot formation from leaf explants of *Rhododendron* // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 1992. Vol. 30. P. 237–241. DOI: 10.1007/bf00040027.

22. Каленчук Т.В., Пась П.В., Камельчук Я.С., Козлова О.Н. Микрклональное размножение хозяйственно-ценных растений рода *Rhododendron* // The top actual research in modern science: proceedings of the international scientific and practical conference. Vol. 2. Ajman, 2015. P. 54–60.

23. Khlebova L.P., Mironenko O.N., Brovko E.S. *In vitro* micropropagation of wild rare plant *Rhododendron ledebourii* Pojark // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 723, iss. 2. DOI: 10.1088/1755-1315/723/2/022033.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p>Шилина Дарья Михайловна, магистрант кафедры ботаники и зоологии; Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (г. Нижний Новгород, Российская Федерация). E-mail: shilina-darya00@mail.ru.</p>	<p>Shilina Daria Mikhailovna, master student of Botany and Zoology Department; National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (Nizhny Novgorod, Russian Federation). E-mail: shilina-darya00@mail.ru.</p>
<p>Сырова Вера Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и зоологии, заведующий лабораторией микрклонального размножения растений; Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (г. Нижний Новгород, Российская Федерация). E-mail: vvsyrova@mail.ru.</p>	<p>Syrova Vera Valerievna, candidate of biological sciences, associate professor of Botany and Zoology Department, head of Plant Micropropagation Laboratory; National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (Nizhny Novgorod, Russian Federation). E-mail: vvsyrova@mail.ru.</p>
<p>Макарова Алена Евгеньевна, аспирант кафедры ботаники и зоологии, старший лаборант лаборатории микрклонального размножения растений; Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (г. Нижний Новгород, Российская Федерация). E-mail: alena.makarova.95@mail.ru.</p>	<p>Makarova Alena Evgenievna, postgraduate student of Botany and Zoology Department, senior laboratory assistant of Plant Micropropagation Laboratory; National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (Nizhny Novgorod, Russian Federation). E-mail: alena.makarova.95@mail.ru.</p>
<p>Широков Александр Игоревич, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и зоологии, директор Ботанического сада; Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (г. Нижний Новгород, Российская Федерация). E-mail: aishirokov@mail.ru.</p>	<p>Shirokov Alexander Igorevich, candidate of biological sciences, associate professor of Botany and Zoology Department, director of Botanical Garden; National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (Nizhny Novgorod, Russian Federation). E-mail: aishirokov@mail.ru.</p>

Для цитирования:

Шилина Д.М., Сырова В.В., Макарова А.Е., Широков А.И. Особенности микрклонального размножения *in vitro* различных представителей рода *Rhododendron* // Самарский научный вестник. 2023. Т. 12, № 2. С. 106–110. DOI: 10.55355/snv2023122117.