
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 58.085

КЛОНАЛЬНОЕ МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ АКВАРИУМНЫХ РАСТЕНИЙ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

© **Е. В. Немцова, Д. М. Новиков, Т. П. Выхорь**
E. V. Nemtsova, D. M. Novikov, T. P. Vykhor'

The microclonal propagation of some aquarium plants

ФГБОУ «Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского»
241036, Россия, г. Брянск, ул. Бежицкая, 14. Тел.: +7 (4832) 66-68-34, e-mail: elenanemz@mail.ru

Аннотация. Изучено влияние состава питательных сред на морфометрические показатели некоторых аквариумных растений, размножаемых микроклонально. Приводятся результаты изучения влияния состава питательных сред Мурашиге-Скуга, Квирин-Лепувра, Андерсона, а также среды Андерсона с добавлением аморфного диоксида кремния на коэффициент размножения, длину побегов, количество и длину корней растений регенерантов *Rotala indica*, роталы Макрандра (*Rotala macrandra*), гигрофилы щитовидной (*Hygrophila corymbosa* sp. *Stricta*), альтернантеры Рейнека (*Alternanthera reineckii* sp. *Mini*) и линдернии круглолистной (*Lindernia rotundifolia*). Выявлено стимулирующее рост действие аморфного кремнезема в составе питательной среды Андерсона на микропобеги роталы индийской.

Ключевые слова: клональное микроразмножение, аквакейпинг, аквариумные растения, культура *in vitro*.

Abstract. The article reveals the results of the study of the influence of different culture media on the microclonal propagation of aquarium plants. The effect of Murashige-Skoog, Quoirin-Lepoivre and Anderson media on number of explants and their length, number of shoots per explant and their length is given. The aquarium plants tested were *Rotala indica*, *Rotala macrandra*, *Hygrophila corymbosa* sp. *Stricta*, *Alternanthera reineckii* sp. *Mini*, *Lindernia rotundifolia*. The morphometric characteristics and the shoot multiplication of *Rotala indica* explants were found efficient for the modified Anderson medium containing amorphous silica.

Keywords: microclonal propagation, aquascaping, aquarium plants, *in vitro* culture.

DOI: 10.22281/2307-4353-2018-3-42-48

Введение

Новым направлением в современной аквариумистике является аквакейпинг (англ. *aquascaping*) – создание декоративных водных «ландшафтов» в аквариуме. Существует множество направлений и стилей аквадизайна, основанных на многообразии способов оформления внутреннего пространства аквариума. Одним из них является использование водных растений, размножаемых в культуре *in vitro*. Как правило, водные растения хорошо размножаются вегетативно, однако в искусственных условиях часто подвержены заболеваниям, например, в результате избыточного размножения цианобактерий и водорослей. Поэтому в последнее время для аквадизайна используется оздоровленный материал, свободный от внутренних инфекций. Одним из эффективных способов получения растений, не содержащих патогенов, является клональное микроразмножение – метод получения большого количества оздоровленных клонов в стерильной культуре *in vitro*. В настоящее время многие аквариумные растения, используемые в коммерческих целях, размножаются таким способом, например, *Lilaeopsis*, *Rotala*, *Utricularia* и др. Растения, размноженные микроклонально, не содержат внутренних инфекций и быстро адаптируются к субстрату и образуют красочный покров.

Клональное микроразмножение аквариумных растений с целью применения их в аквакейпинге – быстроразвивающееся, но слабоизученное направление. Лишь немногие виды водных растений размножаются в культуре тканей и только для некоторых разработаны составы питательных сред и оптимизированы условия клонального микроразмножения. Успешными являются результаты по клонированию гибридов *Nymphaea* (Lakshmanan, 1994) и *Cryptocorine* (Kane, 1990). Разработана технология клонального микроразмножения *Nymphoides peltata* (S. G. Gmel.) O. Kuntz. (*Menyanthaceae*) – определены оптимальный режим стерилизации, оптимальные концентрации цитокининов на стадии микроразмножения (Малаева, 2017).

Разработаны технология введения в культуру *in vitro* и этапы клонального микроразмножения растений *Lilaeopsis brasiliensis* Affolter (*Apiaceae*) – одного из популярных в аквакейпинге видов растений, страдающего от обрастания водорослями. Изучены режимы стерилизации, влияние концентрации фитогормонов и регуляторов роста (Сосина, 2016).

В современной литературе существуют методики размножения *in vitro* представителей семейства *Amaranthaceae* – например, для культивирования *Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. ex DC. успешно применяется питательная среда Мурасиге-Скуга, содержащая 6-БАП и 2,4-D в концентрации 1 мг/л (Singh, 2009).

Для культивирования *Lindernia antipoda* (L.) Alston (*Linderniaceae*) оптимизирован состав среды Мурасиге-Скуга, содержащей половину от общего количества всех минеральных и органических компонентов, а также определены оптимальные концентрации регуляторов роста для размножения и укоренения мериклонов (Jabir, 2016).

Целью данного исследования стало изучение влияния типа питательной среды на культивирование некоторых видов аквариумных растений *in vitro*. Объектами исследования являлись растения-регенеранты селекционного гибрида роталы индийской (*Rotala indica* (Willd.) Koehne), роталы Макрандра (*R. macrandra* Koehne) (*Lythraceae*), гигрофилы щитовидной (*Hygrophila corymbosa* Lindau sp. *Stricta*) (*Acanthaceae*), альтернантеры Рейнека (*Alternanthera reineckii* Griseb. sp. *Mini*) и линдернии круглолистной (*Lindernia rotundifolia* (L.) Alston).

Rotala indica – одно из растений, которое хорошо адаптируется к большинству типу водных условий, быстро растёт и распространяется по поверхности субстрата. В настоящей работе использовался гибрид роталы индийской, известной как Аммания Бонсай (*Ammania* sp. «*Bonsai*»), который используется только аквариумистами и не встречается в природе. Представляет собой невысокое растение с прочным прямостоячим стеблем и небольшими овальными листьями, расположенными попарно по всей длине стебля. При хорошем уходе кончики листьев красные, что создает хороший декоративный эффект.

R. macrandra имеет листья яйцевидной формы с волнистыми краями, крупные – до 5 см, располагаются на длинном стебле супротивно. Нижняя сторона листа окрашена в пурпурный цвет, верхняя – от красного до зелёного.

Hygrophila corymbosa sp. *Stricta* – растение с мощным прочным стеблем, от которого отходят крупные, расположенные попарно листья вытянутой формы. Внешняя сторона листа – от жёлтой и зелёной до красной и багровой окраски. Нижняя – с серебристым металлическим оттенком. Может достигать довольно крупных размеров и подниматься над водой.

Alternanthera reineckii sp. *Mini* – растение с округлым прямостоячим стеблем красного цвета и супротивно расположенными листьями. Соседние пары листьев расположены перпендикулярно друг другу. Листья широколанцетные, с коротким черешком с заострённой верхушкой и основанием клиновидной формы, красного цвета. В данной работе использовалась гибридная форма альтернантеры мини, отличающаяся от исходной формы небольшими размерами (5–10 см в высоту).

Lindernia rotundifolia имеет прямой стебель до 30–50 см в высоту с овальными листьями, расположенными попарно. Листья нежно-салатового цвета с белыми прожилками. Растение хорошо приживается, быстро растёт и сильно ветвится, создавая привлекательный фон.

Методика исследования

Объектом исследования стали микропобеги перечисленных выше аквариумных растений, размножаемых в культуре *in vitro*. Культивирование растений-регенерантов осуществлялось на питательных средах Мурасиге-Скуга (MS, Murashige, 1966), Кворина-Лепуавра (QL, Quoirin, 1977), Андерсона (AM, Anderson, 1975), а также на среде Андерсона с добавлением аморфного диоксида кремния «Ковелос», производимого ООО «Экокремний». Препарат предварительно стабилизировали 1х раствором минеральной части среды Андерсона и вносили в питательную среду перед автоклавированием в количестве 50, 100, 150 мг/л (в пересчёте на диоксид кремния).

Побеги отделяли от первичного эксплантата, делили на черенки и высаживали на питательную среду. Культивирование микропобегов осуществляли при 20°C под лампами дневного света при 16-часовом фотопериоде. Длительность субкультивирования составляла 8 недель. Определяли среднюю длину побегов и корней, коэффициент размножения и среднее число корней растений регенерантов.

Все эксперименты проводили в двукратной повторности, на каждый вариант опыта по 30–40 микропобегов. Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием программы MS Excel'2010; отличия достоверны при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования влияния типа питательных сред, а также введения в их состав аморфного кремнезёма на морфометрические параметры роталы индийской *Rotala indica* в культуре *in vitro* представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

Влияние типа питательной среды на растения-регенеранты *Rotala indica* в культуре *in vitro* (* – отличия достоверны при $p \leq 0,05$)

Показатель	Коэффициент размножения, шт.	Длина побега, мм	Число корней, шт.	Длина корней, мм
Среда Андерсона (контроль)	1,11±0,08	6,76±0,37	7,82±1,14	12,67±0,84
Среда Андерсона + 50 мг SiO ₂ /л	1,73±0,24*	8,93±0,51	15,40±1,08*	17,47±0,55*
Среда Андерсона + 100 мг SiO ₂ /л	1,58±0,18*	8,58±0,46	13,00±0,88*	16,25±0,95*
Среда Андерсона + 150 мг SiO ₂ /л	1,63±0,18*	8,37±0,54	11,38±1,33*	16,75±1,26*
Среда Андерсона (+активированный уголь, 600 мг/л)	1,92±0,26*	5,85±0,55	7,77±0,39	15,31±1,49
Среда Мурасиге-Скуга, MS	1,36±0,20	6,27±0,35	5,36±0,97	6,90±1,32*
Среда Кворина-Лепуавра, QL	1,91±0,34*	4,90±0,30	7,41±1,43	8,45±1,75

Применение аморфного кремнезёма положительно влияло на побего- и корнеобразование *R. indica*. Оптимальной средой для размножения роталы индийской являлась среда Андерсона с добавлением 50 мг SiO₂/л – в этом случае средняя длина побега растений регенерантов составляла 8,93±0,51 мм (в 1,3 раза больше показателя контрольного варианта), длина корней – 17,47±0,55 мм (в 1,4 раза больше показателя контрольного варианта), среднее число корней на микропобег – 15,40±1,08 шт (в 2 раза больше показателя контрольного варианта). Коэффициент размножения *R. indica* при использовании аморфного кремнезема в количестве 50 мг/л составлял 1,73±0,24, что в 1,6 раз больше, чем при использовании среды Андерсона, не содержащей аморфного диоксида кремния.

Внесение аморфного диоксида кремния в состав среды Андерсона в других количествах (100 и 150 мг/л) являлось менее эффективным, однако также приводило к существенному увеличению параметров роста растений регенерантов *R. indica*, по сравнению с контрольным вариантом.

Оптимальными для получения большого количества мериклонов *R. indica* являлись среда Андерсона с добавлением активированного угля (0,6 г/л) и среда Кворина-Лепуавра – в

этом случае коэффициент размножения был максимален и составлял $1,92 \pm 0,26$ и $1,91 \pm 0,34$ соответственно, что в 1,5–2 раза больше, чем при использовании других сред.

Выявлена существенная зависимость между составом питательной среды и укореняемостью растений регенерантов *R. indica* – использование среды Андерсона, в том числе содержащей активированный уголь или аморфный кремнезем, приводило к достоверному увеличению длины корней в 1,8–2,2 раза по сравнению с другими типами сред (QL, MS).

Для получения мериклонов с максимальной длиной микропобегов и объёмом корневой системы целесообразно использование сред с аморфным кремнезёмом. Длина побегов опытных растений в 1,3–1,8 раза превышала длину мериклонов ротал, культивируемых с использованием других питательных сред, длина корней – в 1,4–2 раза.

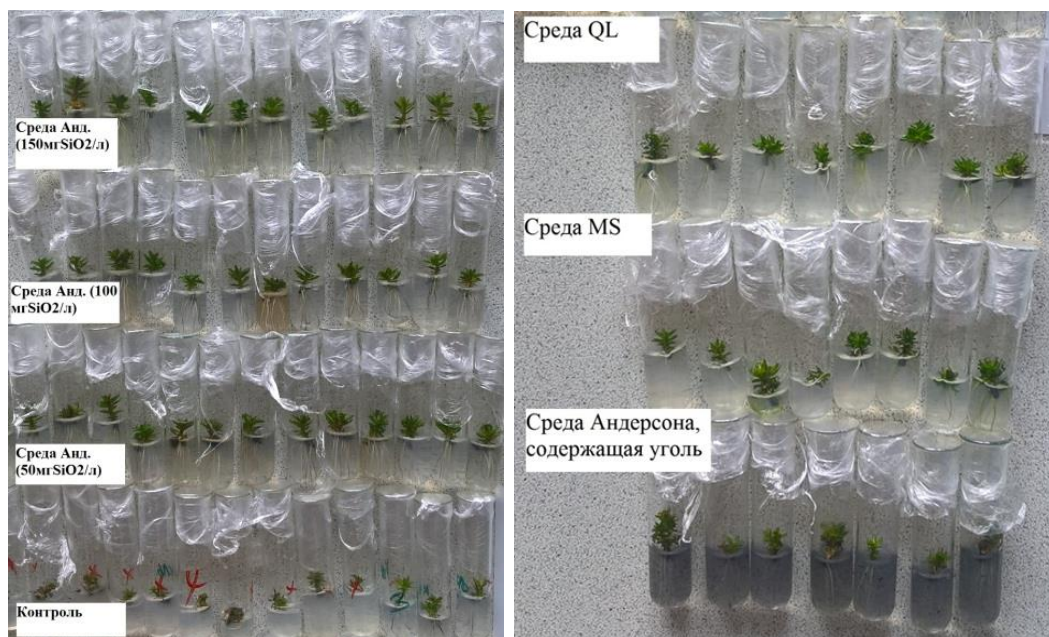


Рис. 1. Растения-регенеранты *Rotala indica* в культуре *in vitro*: контроль – среда АМ, вариант 1 – среда АМ + аморфный диоксид кремния (50 мг/л), вариант 2 – среда АМ + аморфный диоксид кремния (100 мг/л), вариант 3 – среда АМ + аморфный диоксид кремния (150 мг/л), вариант 4 – среда АМ + 0,6 г/л активированного угля, вариант 5 – среда MS, вариант 6 – среда QL.

Результаты исследования влияния состава питательной среды на растения-регенеранты *R. macrandra* в культуре *in vitro* приводятся в табл. 2.

Таблица 2
Влияние типа питательной среды на растения-регенеранты *Rotala macrandra* в культуре *in vitro*
(* – отличия достоверны при $p \leq 0,05$)

Показатель	Среды Кворина-Лепуавра, QL	Среды Мурасиге-Скуга, MS	Среды Андерсона (+ активированный уголь, 600 мг/л)
Коэффициент размножения, шт.	$3,42 \pm 0,51$	$3,80 \pm 0,21$	$2,6 \pm 0,28$
Длина побега, мм	$5,32 \pm 0,45$	$4,10 \pm 0,12$	$4,81 \pm 0,32$
Число корней, шт.	$2,40 \pm 0,18$	0	$6,55 \pm 0,38^*$
Длина корней, мм	$4,90 \pm 0,37^*$	–	$1,80 \pm 0,16$

Оптимальными для культивирования *R. macrandra in vitro* являлись среды Кворина-Лепуавра и среда Андерсона с активированным углем. Роталы обычно имеют слабую корневую систему, однако при культивировании *in vitro* её объём значительно повышается.

При выращивании *R. macrandra* на среде Кворина-Лепуавра длина корней являлась максимальной и составляла $4,90 \pm 0,37$ мм, что в 2,7 раза больше, чем при использовании среды Андерсона. Наиболее объёмной являлась корневая система мериклонов *R. macrandra* на среде Андерсона – $6,55 \pm 0,38$ шт. на микропогект, что в 2,7 раза больше, чем при использовании среды Кворина-Лепуавра. Растения-регенеранты, выращиваемые на питательной среде Мурасиге-Скуга, не формировали корневой системы.

Коэффициент размножения *R. macrandra* при использовании всех изученных типов питательных сред варьировал незначительно и составлял $3,80 \pm 0,21$ при использовании среды Мурасиге-Скуга, $2,6 \pm 0,28$ – среды Андерсона, содержащей активированный уголь (600 мг/л), $3,42 \pm 0,51$ – среды Кворина-Лепуавра. Оптимальными средами для получения большого количества мериклонов являлись среда Мурасиге-Скуга и Кворина-Лепуавра.

Длина побегов мериклонов *R. macrandra* также варьировала незначительно – максимальные значения наблюдались при использовании среды Кворина-Лепуавра ($5,32 \pm 0,45$ мм), менее благоприятной являлась среда Андерсона, содержащая активированный уголь ($4,81 \pm 0,32$ мм). Минимальная длина побегов растений регенерантов *R. macrandra* наблюдалась при использовании среды Мурасиге-Скуга – $4,10 \pm 0,12$ мм.

Результаты исследования влияния состава питательной среды на растения-регенеранты *Hugrophila corymbosa* в культуре *in vitro* приводятся в табл. 3.

Таблица 3
Влияние типа питательной среды на растения-регенеранты *Hugrophila corymbosa* в культуре *in vitro*

Показатель	Среда Андерсона (+ активированный уголь, 600 мг/л)	Среда Кворина-Лепуавра, QL	Среда Мурасиге-Скуга, MS
Коэффициент размножения, шт.	$1,22 \pm 0,23$	$1,10 \pm 0,10$	$1,10 \pm 0,14$
Длина побега, мм	$22,31 \pm 2,61$	$24,87 \pm 1,59$	$12,56 \pm 1,21$
Число корней, шт.	$4,20 \pm 1,21$	$8,12 \pm 0,66$	$3,23 \pm 0,54$
Длина корней, мм	$22,34 \pm 1,74$	$13,52 \pm 1,22$	$5,37 \pm 0,76$

Оптимальными для культивирования *H. corymbosa in vitro* являлись питательные среды Андерсона и Кворина-Лепуавра – при их использовании длина микропобегов опытных растений в 2 раза превышала длину мериклонов на среде Мурасиге-Скуга и составляла $22,31 \pm 2,61$ мм и $24,87 \pm 1,59$ мм соответственно. Длина растений-регенерантов при использовании питательной среды Мурасиге-Скуга составляла $12,56 \pm 1,21$ мм.

Коэффициент размножения *H. corymbosa* в культуре *in vitro* был небольшим при использовании любого типа питательных сред, варьировал незначительно и составлял $1,22 \pm 0,23$, $1,10 \pm 0,10$ и $1,10 \pm 0,14$ при использовании питательной среды Андерсона, Кворина-Лепуавра и Мурасиге-Скуга соответственно.

Наибольшее число корней у мериклонов *H. corymbosa* наблюдалось при использовании среды Кворина-Лепуавра – показатель составил $8,12 \pm 0,66$, что в 2–2,5 раза больше, чем при использовании других сред. Применение среды Андерсона, содержащей 600 мг/л активированного угля, приводило к формированию меньшего числа корней, которое составило $4,20 \pm 1,21$ шт.

Оптимальным для укоренения растений регенерантов *H. corymbosa* являлось использование среды Андерсона, содержащей 600 мг/л активированного угля – в этом случае длина корней составляла $22,34 \pm 1,74$ мм, что в 1,7 раза больше чем при использовании среды Кворина-Лепуавра ($13,52 \pm 1,22$ мм) и в 4,2 раза больше, чем при использовании среды Мурасиге-Скуга ($5,37 \pm 0,76$ мм).

Данные по влиянию состава питательной среды на параметры роста *Alternanthera reineckii* sp. *Mini* в культуре *in vitro* приведены в табл. 4.

Оптимальной средой для размножения *A. reineckii* являлась среда Мурасиге-Скуга – в этом случае коэффициент размножения составлял $2,02 \pm 0,32$, что в 2 раза больше, чем при использовании других видов питательных сред. Средняя длина растений-регенерантов *A. reineckii* на среде Мурасиге-Скуга составляла $8,08 \pm 0,62$ мм, длина корней – $16,81 \pm 2,31$ мм, число корней на эксплант – $28,24 \pm 1,87$ шт.

Таблица 4

Влияние типа питательной среды на растения-регенеранты *Alternanthera reineckii* sp. *Mini* в культуре *in vitro*

Показатель	Среда Андерсона + 150 мг SiO ₂ /л	Среда Кворина- Лепуавра	Среда Андерсона (+ активированный уголь, 600 мг/л)	Среда Мурасиге-Скуга
Коэффициент размножения, шт.	1,12±0,12	1,14±0,16	1,22±0,21	2,02±0,32
Длина побега, мм	6,12±0,88	9,47±0,90	7,63±0,77	8,08±0,62
Число корней, шт.	9,03±0,31	16,21±1,21	33,45±2,33	28,24±1,87
Длина корней, мм	4,51±0,55	10,11±0,89	19,82±2,12	16,81±2,31

Приемлемым для укоренения мериклонов *A. reineckii* являлось использование среды Андерсона, содержащей активированный уголь (600 мг/л) – в этом случае такие морфометрические показатели, как длина побегов и корней, количество корней растений регенерантов коррелируют с аналогичными показателями растений, культивируемых на среде Мурасиге-Скуга. Однако коэффициент размножения мериклонов *A. reineckii* на среде Андерсона, содержащей активированный уголь, почти в два раза меньше (1,22±0,21).

Данные по влиянию состава питательной среды на параметры роста мериклонов *Lindernia rotundifolia* в культуре *in vitro* представлены в табл. 5. Оптимальной средой для размножения *L. rotundifolia* являлась среда Мурасиге-Скуга – в этом случае средняя длина растений регенерантов составляла 30,1±4,5 мм (в 2–5 раз больше, чем при использовании других питательных сред), длина корней – 14,61±0,99 мм (в 1,6–3,5 раз больше, чем при использовании других питательных сред), число корней на микропобег – 18,17±1,97 шт. (в 1,6–3,8 раз больше, чем при использовании других питательных сред).

Таблица 5

Влияние типа питательной среды на растения-регенеранты *Lindernia rotundifolia* в культуре *in vitro*

Показатель	Среда Андерсона + 150 мг SiO ₂ /л	Среда Андерсона (+активированный уголь, 600 мг/л)	Среда Мурасиге-Скуга, MS	Среда Кворина-Лепуавра, QL
Коэффициент размножения, шт.	12,2±2,23	1,21±0,55	7,63±0,24	3,82±0,57
Длина побега, мм	6,02±1,13	10,82±2,54	30,11±4,50	16,80±2,87
Число корней, шт.	4,81±1,36	7,50±1,34	18,17±1,97	11,41±1,69
Длина корней, мм	9,02±1,34	4,20±0,56	14,61±0,99	7,02±0,99

Наибольшее количество мериклонов *L. rotundifolia* развивалось при использовании среды Андерсона, содержащей 150 мг SiO₂/л – в этом случае коэффициент размножения являлся максимальным и составлял 12,2±2,23, что в несколько раз выше, чем при использовании других сред. Однако выращенные на такой среде мериклоны характеризовались минимальной длиной побега – 6,02±1,13 мм, что в 2–5 раз меньше, чем при использовании других сред.

Коэффициент размножения *L. rotundifolia* при использовании среды Мурасиге-Скуга составлял 7,63±0,24, что в 2 раза больше, чем при использовании среды Кворина-Лепуавра и в 6 раз больше, чем при использовании среды Андерсона с активированным углём.

Заключение

Выявлены наиболее оптимальные типы питательных сред для культивирования некоторых видов аквариумных растений *in vitro*. Оптимальной средой для размножения *Rotala indica* являлась среда Андерсона, содержащая аморфный диоксид кремния в количестве 50 мг/л. Для культивирования *in vitro* *Hygrophila corymbosa* и *Rotala macrandra* оптимальными являлись среда Кворина-Лепуавра и среда Андерсона, содержащая активированный уголь. Растения-регенеранты *R. macrandra*, полученные на питательной среде Мурасиге-Скуга, не формировали корневой системы. Для размножения *Alternanthera reineckii* и *Lindernia rotundifolia* оптимальной являлась среда Мурасиге-Скуга.

Список литературы

- Sosina A. V., Cherednichenko M. Yu.* 2016. Введение в культуру *in vitro* и клональное микроразмножение *Lilaeopsis brasiliensis* (Glaz.) Affolter // Мат. VII Междунар. науч.-практ. конф. «Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиологобиохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты)», посвященной 30-летию отдела биотехнологии растений Никитского ботанического сада, г. Ялта, Республика Крым, Россия. 25 сентября – 1 октября 2016 г. Симферополь: «АРИАЛ». С. 126–127. [*Sosina A. V., Cherednichenko M. Yu.* 2016. Vvedenie v kul'turu *in vitro* i klonal'noe mikrorazmnozhenie *Lilaeopsis brasiliensis* (Glaz.) Affolter // Мат. VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Biotekhnologiya kak instru-ment sokhraneniya bioraznoobraziya rastitel'nogo mira (fiziologobiokhimicheskie, embriologicheskie, geneticheskie i pravovye aspekty)», posvyashchennoi 30-letiyu otdela biotekhnologii rastenii Nikitskogo botanicheskogo sada, g. Yalta, Respublika Krym, Rossiya. 25 sentyabrya – 1 oktyabrya 2016 g. Simferopol': «ARIAL». P. 126–127.]
- Малаева Е. В., Синельникова К. П.* 2017. Размножение нимфейника щитовидного (*Nymphoides peltata* (S. G. Gmel.) O. Kuntz. в культуре *in vitro* // Актуальные вопросы теории и практики биологического образования: мат. XI-й всерос. с междунар. участием науч.-практ. конф., посвященной Году экологии в России. Волгоград. С. 51–53. [*Malaeva E. V., Sinel'nikova K. P.* 2017. Razmnozhenie nimfeinika shchitolistnogo (*Nymphoides peltata* (S. G. Gmel.) O. Kuntz. v kul'ture *in vitro* // Aktual'nye voprosy teorii i praktiki biologicheskogo obrazovaniya: mat. XI-i vseros. s mezhdunar. uchastiem nauch.-prakt. konf., posvyashchennoi Godu ekologii v Rossii. Volgograd. P. 51–53.]
- Anderson W. C.* 1975. Propagation of rhododendrons by tissue culture. Part. 1. Development of culture medium for multiplication of shoots // Proc. Intern. Plant Prop. Soc. Vol. 25. P. 1929–1935.
- Jabir T., Sheeja G., Anjana R., Sree Lakshmi S., Aneykutty J.* 2016. Micropropagation and *in vitro* flowering of an ornamental aquarium plant *Lindernia antipoda* (L.) Alston // International Journ. of Aquaculture. Vol. 6. № 8. P. 1–10.
- Kane M. E.* 1990. An efficient *in vitro* plantlet regeneration of *Cryptocoryne wendtii* and *Cryptocoryne beckettii* through shoot tip culture // Hort. Science. Vol. 25. № 6. P. 687–689.
- Lakshmanan P.* 1994. *In vitro* establishment and multiplication of *Nymphaea* hybrid 'James Brydon' // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. Vol. 36. P. 145–148.
- Murashige T., Skoog F.* 1962. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures // Physiol. Plant. Vol. 15. № 3. P. 473–497.
- Quoirin M., Lepoivre P.* 1977. Etude de milieux adaptes aux cultures *in vitro* de *Prunus*. Acta Hort. Vol. 78. P. 437–442.
- Singh A., Kandasamy T., Odhav B.* 2009. *In vitro* propagation of *Alternanthera sessilis* (Sessile Joyweed), a famine food plant // African Journ. of Biotechnology. Vol. 8. № 21. P. 5691–5695.

Сведения об авторах

Немцова Елена Валентиновна
к. б. н., старший преподаватель кафедры биологии
Брянский государственный университет
им. акад. И. Г. Петровского, Брянск
E-mail: elenanemz@mail.ru

Новиков Дмитрий Михайлович
магистрант кафедры биологии
Брянский государственный университет
им. акад. И. Г. Петровского, Брянск
E-mail: dim.novikov@yandex.ru

Выхорь Татьяна Павловна
магистрант кафедры биологии
Брянский государственный университет
им. акад. И. Г. Петровского, Брянск
E-mail: vyxor2016@mail.ru

Nemtsova Elena Valentinovna
Ph. D. in Biology, Ass. Professor of the Dpt. of Biology
Bryansk State University
named after Acad. I. G. Petrovsky, Bryansk
E-mail: elenanemz@mail.ru

Novikov Dmitry Mikhailovich
Postgraduate student of the Dpt. of Biology
Bryansk State University
named after Acad. I. G. Petrovsky, Bryansk
E-mail: dim.novikov@yandex.ru

Vykhor' Tatyana Pavlovna
Postgraduate student of the Dpt. of Biology
Bryansk State University
named after Acad. I. G. Petrovsky, Bryansk
E-mail: vyxor2016@mail.ru