

УДК 582.594:581.13/.14

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ МИНЕРАЛЬНОЙ ОСНОВЫ СРЕДЫ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ОРГАНОГЕНЕЗ ЦИМБИДИУМА ГИБРИДНОГО В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

Е. В. Фатеева, Е. В. Мокшин, А. С. Лукаткин

Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева

В культуре *in vitro* изучали влияние концентрации минеральной основы среды Мурасиге-Скуга (МС) и регуляторов роста (РР) – синтетических аналогов цитокининов (кинетина, 6-бензиламинопурина (6-БАП), тидиазурона) и ауксина (индолил-3-уксусной кислоты (ИУК)) – на органогенез цимбидиума гибридного. При варьировании концентрации минеральной основы среды выявлено, что рост побегов был максимальным на полной среде, а корнеобразование и формирование псевдобульб – на 1/2 среды МС. При исследовании влияния различных препаратов цитокининового типа в сочетании с ауксиновым препаратом на органогенез цимбидиума показано лучшее формирование псевдобульб в вариантах с использованием 2,5 мг/л кинетина + 0,5 мг/л ИУК (по количеству) и 0,1 мг/л кинетина + 0,5 мг/л ИУК (по размеру псевдобульб). Количество формирующихся побегов было максимальным на среде с внесением 10^{-4} моль/л тидиазурона + 0,5 мг/л ИУК, тогда как побеги максимальной длины формировались в варианте с добавлением 6-БАП + ИУК (по 0,5 мг/л каждый).

К л ю ч е в ы е с л о в а : *Cymbidium*; *in vitro*; среда Мурасиге-Скуга; кинетин; тидиазурон; 6-бензиламинопурин; ИУК; органогенез; псевдобульба; рост.

E. V. Fateeva, E. V. Mokshin, A. S. Lukatkin. EFFECTS OF THE CONCENTRATIONS OF THE MEDIUM INORGANIC BASE AND GROWTH REGULATORS ON *CYMBIDIUM* HYBRID ORGANOGENESIS *IN VITRO*

The effects of the concentration of the inorganic base of Murashige-Skoog (MS) media and synthetic plant growth regulators (PGR) – cytokinins (kinetin, 6-BAP or thidiazuron) with IAA – on *Cymbidium* hybrid organogenesis *in vitro* are presented. In the experiment with varying concentrations of the MS mineral base we revealed that the growth of shoots was maximal on the complete MS medium, whereas rooting and pseudobulbs formation – on 1/2 MS. In the combined PGR and auxin treatments the best effect on the formation of pseudobulbs in the *Cymbidium* hybrid was achieved in media supplemented with 2.5 mg/l kinetin + 0.5 mg/l IAA (pseudobulbs number) and 0.1 mg/l kinetin + 0.5 mg/l IAA (pseudobulbs size). The number of newly formed shoots was maximal on the medium supplemented with 10^{-4} mol/l thidiazuron + 0.5 mg/l IAA, whereas the longest shoots formed on media supplemented with 6-BAP + IAA (0.5 mg/l each).

K e y w o r d s : *Cymbidium* hybrids; *in vitro*; Murashige-Skoog media; inorganic base; kinetin; thidiazuron; benzyladenine; IAA; organogenesis; pseudobulbs; growth.

Введение

Растительные ресурсы земного шара включают огромное разнообразие полезных для человека растений, в том числе цветочно-декоративных. Их ассортимент ежегодно увеличивается благодаря введению в культуру дикорастущих видов и созданию новых сортов. Травянистые декоративные многолетники открытого грунта представлены в культуре примерно шестью тысячами видов и десятками тысяч сортов [Долганова, 2002].

В настоящее время возрастает необходимость ускоренного размножения ценных видов растений, в том числе и декоративных. В связи с этим перспективна разработка приемов повышения качества получаемой продукции растений, особенно с использованием технологий *in vitro* [Мокшин, Лукаткин, 2005а, 2005б; Mokshin et al., 2008]. В промышленном цветоводстве выращиваются многочисленные виды – представители различных семейств, происходящие из разных частей земного шара, преимущественно субтропических и тропических районов Америки, Африки и островов Тихого океана [Висящева et al., 1991]. Высокая декоративность цветков представителей семейства *Orchidaceae* Lindl. положила начало культуре орхидей во всех странах мира [Тетеря, 2007]. В настоящее время интенсивно развивается техника размножения орхидей *in vitro*.

Цимбидиум гибридный (*Cymbidium hybrid*) является весьма сложным межвидовым гибридом. Для его создания использовано много видов, в частности *C. lovianum* Reichb f., *C. insigne* Roife, *C. giganteum* Wall. и др. [Черевченко, Кушнир, 1986]. Родиной исходных родительских видов многих гибридных цимбидиумов являются более прохладные районы тропической Азии, поэтому сорта цимбидиумов представляют интерес как наиболее приспособленные к прохладным условиям оранжерей России.

В литературе имеются отрывочные сведения о влиянии минеральной основы среды и различных РР на размножение, развитие почек и индукцию цветения в культуре *in vitro* ряда видов *Cymbidium* [Fonnesbech, 1972; Chang, Chang, 2000, 2003; Chen et al., 2005; Tao et al., 2011; Kau, Bhutani, 2012], которые довольно противоречивы как в целом по органогенезу, так и по выбору оптимальных концентраций РР [Chang, Chang, 2000; Kau, Bhutani, 2012]. Для других объектов в культуре *in vitro* имеются данные по использованию безгормональной среды МС, как полной, так и редуцированной вдвое (например, при укоренении побегов растений рода *Hosta*) [Балабова, Соловьева, 2006]. Помимо природных фитогор-

монов получено большое количество их синтетических аналогов, которые часто обладают высокой физиологической активностью, не уступая фитогормонам или превосходя их [Муромцев и др., 1987], и часто используются в работах с культурами *in vitro*. Например, побеговую культуру *Gladiolus hybrida* поддерживали в течение двух лет на среде МС, содержащей 0,5–1,0 мг/л 6-БАП, с высоким коэффициентом размножения [Фоменко, Веевник, 2010]. Очевидно, что для каждого вида нужно подбирать индивидуальные параметры состава питательной среды, регуляторов роста и других компонентов. В связи с этим целью работы было выяснение влияния концентрации минеральной основы питательной среды МС и различных цитокининовых РР на органогенез цимбидиума гибридного *in vitro*. Задачи работы: выяснить влияние минеральной основы среды (по прописи МС) на образование псевдобульб и длину осевых органов цимбидиума (опыт 1); исследовать влияние синтетических аналогов цитокининов (кинетина, 6-БАП и тидиазурона) совместно с ИУК на формирование и рост псевдобульб и побегов цимбидиума (опыт 2).

Материалы и методы

В качестве объектов в работе использовали стерильные пробирочные растения цимбидиума гибридного (*Cymbidium hybrid*), любезно предоставленные сотрудниками Главного ботанического сада РАН.

Клонально размноженные псевдобульбы высаживали на агаризованную (0,7 %) среду по прописи Мурасиге и Скуга [Murashige, Skoog, 1962] (рН 5,6–5,8) с добавлением активированного угля (0,15 %) и варьированием концентрации минеральной основы (полная, 1/2, 1/4, 1/8 части) – в первой серии опытов, синтетических аналогов цитокининов (6-БАП, тидиазурон, кинетин) + 0,5 мг/л ИУК на полной среде МС – во второй серии опытов. Растения культивировали в сосудах объемом 150 мл в условиях постоянного освещения белыми люминесцентными лампами при температуре 20–24 °С. Количество и размер псевдобульб, побегов, корней учитывали еженедельно начиная с третьей недели культивирования.

Проводили 7 последовательных серий опытов. Каждый вариант опыта включал 10 биологических повторностей (растений *in vitro*). Результаты обрабатывали статистически по общепринятым биометрическим формулам с использованием пакетов прикладных программ Microsoft Excel. На графиках представлены средние значения из всех опытов с их стандартными ошибками.

Результаты и обсуждение

Важнейшим фактором, который необходимо учитывать при клональном микроразмножении растений, является минеральная основа среды. В ходе исследований по изучению влияния различной концентрации макро- и микросолей (по МС) в среде на органогенез цимбидиума гибридного установлено, что минимальное образование псевдобульб происходило на полной среде. Снижение концентрации МС приводило к повышению количества формирующихся псевдобульб (рис. 1) (при этом достоверных различий между вариантами 1/2, 1/4 и 1/8 концентрации среды не было). Аналогичная тенденция сохранялась и по количеству побегов: минимальным оно было в варианте с полной средой МС, максимальным – 1/2 и 1/4 МС. Что касается количества корней, то наибольшим оно было в варианте с 1/2 МС, хотя различия с другими вариантами опыта зачастую недостоверны.

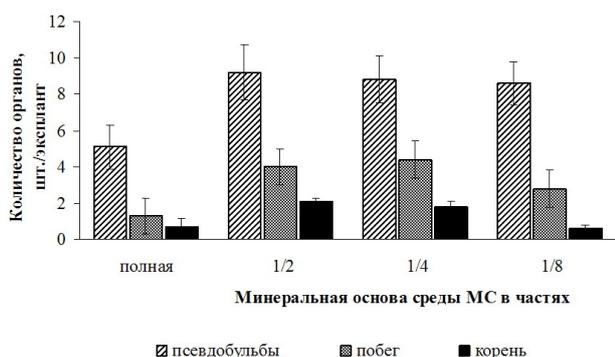


Рис. 1. Органогенез эксплантов цимбидиума гибридного на среде МС с различной концентрацией минеральной основы

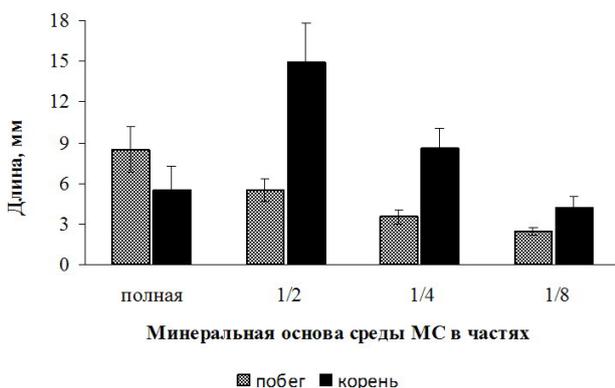


Рис. 2. Влияние минеральной основы среды МС на длину побегов и корней цимбидиума гибридного

При изучении влияния концентрации минеральной основы МС на длину осевых органов цимбидиума установлено, что максимальный

рост побегов наблюдался на полной среде МС (рис. 2). Снижение концентрации минеральной основы среды приводило к прогрессирующему уменьшению длины побега. Максимальный размер корней отмечен на среде с 1/2 солей МС.

Известно, что при культивировании растений *in vitro* чаще всего используются питательные среды с минеральной основой МС, Блейдза, Гамборга, Уайта, Шенка-Хильдебранта, Серлиса [Helmold, 1978], и рост разных видов на них существенно варьирует. Показано, что минеральный состав среды при одних и тех же световых и температурных режимах и одинаковом органическом фоне существенно влиял на процессы приживаемости, роста и регенерации эксплантов наперстянки пурпурной *in vitro* [Смольникова, Величко, 2009]. Наши данные показывают, что при культивировании цимбидиума гибридного *in vitro* состав минеральной основы среды играет определяющую роль для разных элементов органогенеза: если для формирования псевдобульб оптимальной была неполная среда МС (1/2–1/8), для образования корней и побегов – 1/2 МС, то для роста побегов необходима полная среда МС, а для роста корней – 1/2 МС.

Важную роль в регуляции органогенеза играет гормональный состав среды. Нами выяснялось действие различных концентраций 6-БАП, кинетина и тидиазулона в сочетании с 0,5 мг/л ИУК на формирование новых органов цимбидиума гибридного. При изучении влияния РР на количество образовавшихся псевдобульб максимальное значение (5 шт./эксплант) зафиксировано на среде с добавлением 2,5 мг/л кинетина + 0,5 мг/л ИУК (табл. 1). Менее эффективным оказался вариант с 1,5 мг/л 6-БАП + 0,5 мг/л ИУК, здесь образовалось 3,7 шт./эксплант. Несколько ниже, чем в варианте с кинетином, но выше, чем на среде с 6-БАП, этот показатель был на среде с добавлением 10^{-5} моль/л тидиазулона (табл. 2).

Данные регуляторы роста оказывали влияние не только на количество, но и на размер образующихся псевдобульб. Максимальным (4,5 мм) размер был в варианте с использованием 0,1 мг/л кинетина + 0,5 мг/л ИУК (табл. 1). Дальнейшее увеличение концентрации данного препарата в среде снижало этот показатель. Использование в качестве регулятора 6-БАП вкуче с ИУК оказалось менее эффективным для формирования псевдобульб. Максимум (3,8 мм) отмечался в варианте с 0,5 мг/л 6-БАП. Использование тидиазулона совместно с ИУК привело к формированию псевдобульб минимального размера – от 1,2 до 1,7 мм (данные не приведены).

Таблица 1. Влияние различных концентраций кинетина или 6-БАП (вместе с 0,5 мг/л ИУК) на формирование и рост псевдобульб цимбидиума гибридного

Концентрация, мг/л	Псевдобульбы			
	Количество, шт.	Размер, мм	Количество, шт.	Размер, мм
	6-БАП		Кинетин	
0,1	1,3 ± 0,3	1,0 ± 0,4	1,0 ± 0,1	4,5 ± 0,3
0,5	1,4 ± 0,2	3,8 ± 0,6	1,0 ± 0,1	3,0 ± 0,1
1,0	2,3 ± 0,4	2,9 ± 0,3	1,3 ± 0,2	2,3 ± 0,1
1,5	3,7 ± 0,1	2,3 ± 0,2	2,0 ± 0,5	2,0 ± 0,4
2,0	3,2 ± 0,3	2,0 ± 0,4	3,4 ± 0,2	1,5 ± 0,1
2,5	2,9 ± 0,6	1,4 ± 0,2	5,0 ± 0,3	1,1 ± 0,4
3,0	2,6 ± 0,3	1,4 ± 0,1	4,5 ± 0,2	1,1 ± 0,3
3,5	2,3 ± 0,3	1,2 ± 0,2	4,0 ± 0,1	1,1 ± 0,1
4,0	2,3 ± 0,4	1,0 ± 0,2	1,5 ± 0,3	0,5 ± 0,2

Побегообразование у цимбидиума гибридного существенно зависело от использованных РР. Количество регенерированных побегов на средах с разными РР варьировало, и наилучшие результаты получены на средах, дополненных 2,5 мг/л 6-БАП + 0,5 мг/л ИУК – 2 шт./эксплант (рис. 3), и 10⁻⁴ моль/л тидиазурона + 0,5 мг/л ИУК – 4 шт./эксплант (табл. 2). Кинетин оказал очень слабое действие на этот показатель (данные не приведены).

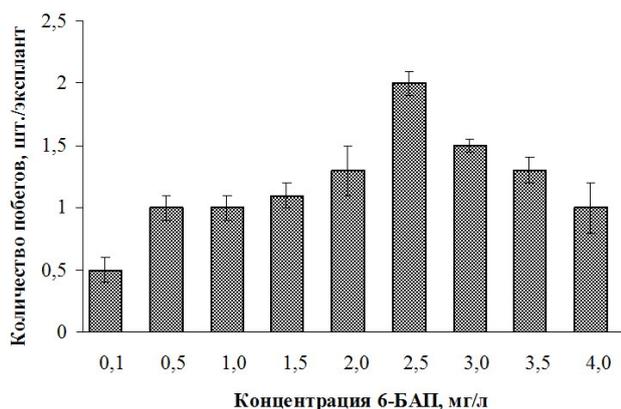


Рис. 3. Влияние различной концентрации 6-БАП в сочетании с 0,5 мг/л ИУК на количество побегов цимбидиума гибридного

При исследовании влияния РР на длину формирующихся побегов хорошие результаты получены при использовании 6-БАП. Здесь выявлены максимальные значения этого критерия. Оптимальным оказался вариант с внесением в среду 0,5 мг/л 6-БАП + 0,5 мг/л ИУК – 7,7 мм (данные не приведены). В опыте с тидиазурином лучший результат отмечался в варианте с 10⁻⁷ моль/л + 0,5 мг/л ИУК (табл. 2). Повышение и понижение концентрации тидиазурина приводило к уменьшению значений. Поскольку кинетин не оказал значительного действия на количество побегов, сведения о влиянии данного препарата на длину побегов не приведены.

Таблица 2. Влияние различных концентраций тидиазурона (вместе с 0,5 мг/л ИУК) на органоогенез цимбидиума гибридного

Концентрация, моль/л	Псевдобульбы, шт.	Побеги	
		Количество, шт.	Длина, мм
10 ⁻¹⁵	1,0 ± 0,4	4,0 ± 0,01	1,5 ± 0,1
10 ⁻¹³	1,5 ± 0,3	1,8 ± 0,1	3,1 ± 0,2
10 ⁻¹¹	2,0 ± 0,3	1,5 ± 0,2	5,0 ± 0,3
10 ⁻⁹	2,5 ± 0,3	1,3 ± 0,01	6,0 ± 0,2
10 ⁻⁷	2,7 ± 0,3	1,0 ± 0,03	3,0 ± 0,01
10 ⁻⁶	3,4 ± 0,3	1,0 ± 0,1	2,1 ± 0,1
10 ⁻⁵	4,2 ± 0,2	0,5 ± 0,1	1,0 ± 0,15
10 ⁻⁴	3,5 ± 0,3	0	0

Индукция с помощью цитокининовых и ауксиновых препаратов (в частности, кинетина и ИУК) органоогенеза в недифференцированной ткани стеблевого каллуса табака была показана еще Ф. Скугом с сотрудниками, которые установили, что для закладки корней и побегов требовались свои специфические концентрации фитогормонов [Scoog, Miller, 1957]. В зависимости от этапа микроклонального размножения косточковых культур в питательные среды добавляют 6-БАП в концентрациях от 0,2 до 2 мг/л [Фаустов и др., 1988; Орлова, 2002]. Другие авторы показали эффективность использования в качестве цитокининов производных дифенилмочевины – тидиазурона и CPPU, которые оказали положительное влияние на приживаемость эксплантов и регенерацию побегов [Tang et al., 2002; Bhagwat, Lane, 2004; Сквородников и др., 2010]. Тидиазурон непосредственно способствует росту, подобно N6-замещенным цитокининам, или может вызвать синтез и (или) накопление эндогенного цитокинина [Mok M., Mok D., 1985]. При этом эффективность различных цитокининов и использованные концентрации существенно варьировали.

В нашем исследовании выявлено, что различные цитокининовые препараты неодинаково влияли на органоогенез цимбидиума гибридного в культуре *in vitro*. Очевидно, это связано со структурными особенностями разных синтетических аналогов цитокининов, а также с физиолого-биохимическими различиями их действия. По данным Tao et al. [2011], внесение в среду 6-БАП оказало негативное влияние на формирование и количество псевдобульб, причем с повышением концентрации 6-БАП количество образующихся псевдобульб уменьшалось. Однако синтетические аналоги цитокининов оказывали существенное влияние на побегообразование, которое без них не происходило. Эти данные согласуются с полученными в ранних работах, когда для индукции побегообразования в культуре

ткани *C. faberi* среду дополняли цитокининами, в частности 6-БАП [Hasegawa et al., 1985]. Показано, что высокие концентрации 6-БАП ускоряют дифференциацию и рост псевдобульб, однако очень высокие концентрации тормозили данный процесс [Fu et al., 1997]. С другой стороны, имеются сведения о положительном влиянии на побегообразование у китайских орхидей другого цитокининового препарата – тидиазурона [Chang, Chang, 2000]. В исследованиях на многих растениях показано, что тидиазурон оказывал на индукцию побегообразования более эффективное действие, чем 6-БАП [Fan et al., 2010]. В дальнейшем эти данные подтвердились в работе по микроразмножению *C. faberi* [Tao et al., 2011]. В этом исследовании было показано, что совместное использование тидиазурона и нафтилуксусной кислоты положительно влияло на побегообразование *C. faberi*, и побеги формировались здоровыми и сильными.

Заключение

На основании полученных данных видно, что минеральная основа среды и концентрация регуляторов роста играют важнейшую роль в прохождении органогенеза цимбидиума гибридного. Выяснено, что для формирования псевдобульб наилучшей была среда с 1/2 МС, для формирования побегов – 1/2 и 1/4, тогда как побеги наибольшей длины образовывались на полной среде, а максимальное действие на ризогенез оказала среда с 1/2 МС. При изучении влияния различных синтетических аналогов цитокининов (кинетина, 6-БАП и тидиазурона) и ауксина на формирование псевдобульб хорошо себя зарекомендовали варианты с использованием 2,5 мг/л кинетина + 0,5 мг/л ИУК (по количеству) и 0,1 мг/л кинетина + 0,5 мг/л ИУК (по размеру псевдобульб). Внесение 10^{-4} моль/л тидиазурона + 0,5 мг/л ИУК показало хорошие результаты по количеству формирующихся побегов, тогда как использование 0,5 мг/л 6-БАП + 0,5 мг/л ИУК оказалось эффективным для получения побегов максимальной длины.

Таким образом, для ускоренного размножения цимбидиума гибридного *in vitro* (псевдобульбами) рекомендуется использовать среду с 1/2 минеральной основы МС, дополненную 2,5 мг/л кинетина + 0,5 мг/л ИУК. Однако для формирования более крупных органов (в целях быстрого последующего формирования растений *ex vitro*) целесообразно использовать иные комбинации синтетических аналогов цитокининов с ауксином.

Литература

- Балабова Д. В., Соловьева В. В. Микроразмножение растений рода *Hosta* // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: материалы VI Междунар. науч.-практич. конф. Барнаул: Алтайские стра- ницы, 2006. С. 311–313.
- Висящева Л. В., Соколова Т. А. Промышленное цветоводство. М.: Знание, 1991. 368 с.
- Долганова З. В. Биология и интродукция цветочно-декоративных корневищных многолетников в Западной Сибири / РАСХН. Сиб. отд-ние. НИИСС им. М. А. Лисавенко. Новосибирск, 2002. 232 с.
- Мокшин Е. В., Лукаткин А. С. Масс-клональное размножение гладиолуса *in vitro* // Биотехнология. 2005а. № 1. С. 19–26.
- Мокшин Е. В., Лукаткин А. С. Влияние регуляторов роста на морфогенез Лонгифлорум-Азиатик-гибридов лилий в культуре *in vitro* // Агрехимия. 2005б. № 3. С. 55–59.
- Муромцев Г. С. Чкаников Д. И., Кулаева О. Н., Гамбург К. З. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.
- Орлова С. Ю. Биологические особенности и селекционная ценность сортов вишни в условиях северо-запада России: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2002. 20 с.
- Сквородников Д. Н., Сазонов Ф. Ф., Райков И. А. Опыт использования клонального микроразмножения смородины черной в селекционном процессе // Интенсификация плодоводства Беларуси: традиции, достижения, перспективы: материалы междунар. науч. конф., пос. Самохваловичи, 1 сентября – 1 октября 2010 г. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. Самохваловичи, 2010. С. 128–130.
- Смольникова Я. В., Величко Н. А. Биологически активные вещества каллусной ткани наперстянки пурпурной // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунар. заоч. науч. конф. Красноярск, 2009. Т. 3. С. 265–268.
- Тетеря О. П. Об итогах и перспективе интродукции орхидных, культивируемых в коллекциях Ботанического сада-института ДВО РАН // Вестник ТвГУ. Сер. «Биология и экология». 2007. Вып. 4, № 8. С. 160–164.
- Фаустов В. В., Олешко Е. В., Жаркова И. В., Асадулаев З. М., Шарафутдинов Х. В., Исмаил Х. Микроразмножение вишни // Известия Тимирязевской с.-х. академии. М., 1988. № 5. С. 131–148.
- Фоменко Т. И., Веевник А. А. Микроразмножение гладиолуса *in vitro* // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира: материалы III Всерос. науч.-практ. конф. Волгоград, 2010. С. 292–297.
- Червченко Т. М., Кушнир Г. П. Орхидеи в культуре. Киев: Наук. Думка, 1986. 200 с.
- Bhagwat B., Lane D. W. *In vitro* shoot regeneration from leaves of sweet cherry (*Prunus avium*) «Lapins» and «Sweetheart» // Plant Cell Tissue and Organ Culture. 2004. Vol. 78, N 3. P. 173–181

Chang C., Chang W. Effect of thidiazuron on bud development of *Cymbidium sinense* Willd *in vitro* // Plant Growth Regul. 2000. Vol. 30, N 3. P. 171–175.

Chang C., Chang W. Cytokinins promotion of flowering in *Cymbidium ensifolium* var. *Misericors in vitro* // Plant Growth Regul. 2003. Vol. 39, N 3. P. 217–221.

Chen Y., Liu X., Liu Y. *In vitro* plant regeneration from the immature seeds of *Cymbidium faberi* // Plant Cell Tissue Organ Cult. 2005. Vol. 81, N 3. P. 247–251.

Chowdhury I., Rahman A. R. M., Islam M. O., Matsui S. Effect of plant growth regulators on callus proliferation, plantlet regeneration and growth of plantlets of *Doritaenopsis* orchid // Biotechnology. 2003. Vol. 2, N 2. P. 214–221.

Fan M. Q., Zhu Y. L., Zhu M. Y., Xu S. C., Li Y. Y. Research progress *in vitro* regeneration of vegetable crops of *Brassica rapa* // China Vegs. 2010. Vol. 14, N 2. P. 8–12.

Fonnesbech M. Growth hormones and propagation of *Cymbidium in vitro* // Physiologia Plantarum. 1972. Vol. 27, N 2. P. 310–316.

Fu X. D., Qian X. H., Mao B. Z., Li D. B. Effects of some factors on the growth and differentiation of *Cymbidium ensifolium protocorm* // Journal of Zhejiang University. 1997. Vol. 23, N 5. P. 547–550.

Hasegawa A., Ohashi H., Goi M. Effects of BA, rhizome length, mechanical treatment and liquid sharking culture on the shoot formation from rhizome in *Cymbidium faberi* Rolfe. // Hort. Sci. 1985. Vol. 166, N 2. P. 25–40.

Helmold H. Sterols in cells culture of *Digitalis* // Planta Med. 1978. Vol. 20, N 2. P. 185–187.

Kau S., Bhutani K. K. Organic growth supplement stimulants for *in vitro* multiplication of *Cymbidium pendulum* (Roxb.) Sw. // Hort. Sci. 2012. Vol. 39, N 1. P. 47–52.

Mok M., Mok D. The metabolism of [¹⁴C]-thidiazuron in callus tissues of *Phaseolus lunatus* // Physiol Plant. 1985. Vol. 65, N 3. P. 427–432.

Mokshin E. V., Lukatkin A. S., Teixeira da Silva J. A. Aseptic culture and simple, clonal micropropagation of *Ficus elastica* Roxb. // Floriculture and Ornamental Biotechnology. 2008. Vol. 2, N 2. P. 52–54.

Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture // Physiol. Plant. 1962. Vol. 15, N 3. P. 473–497.

Skoog F., Miller C. O. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissue cultured *in vitro* // Symp. Soc. Exp. Biol. 1957. XI: P. 118–131.

Tang H., Ren Z., Reustle G., Krczal G. Plant regeneration from leaves of sweet and sour cherry cultivars // Scientia Horticulturae. 2002. Vol. 93, N 4. P. 235–244.

Tao J., Liqin Y., Fen K., Daqiu Z. Effects of plant growth regulators on *in vitro* propagation of *Cymbidium faberi* Rolfe // African Journal of Biotechnology. 2011. Vol. 10, N 69. P. 15639–15646.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Фатеева Екатерина Викторовна

магистрант
ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»
ул. Большевикская, 68, Саранск,
Республика Мордовия, Россия, 430005
эл. почта: fateeva.ek.v@yandex.ru
тел.: (8342) 322507

Мокшин Евгений Владимирович

к. б. н., доцент каф. ботаники и физиологии растений
ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»
ул. Большевикская, 68, Саранск,
Республика Мордовия, Россия, 430005
эл. почта: Evmokshin@yandex.ru
тел.: (8342) 322507

Лукаткин Александр Степанович

д. б. н., проф., зав. кафедрой ботаники и физиологии растений
ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»
ул. Большевикская, 68, Саранск,
Республика Мордовия, Россия, 430005
эл. почта: aslukatkin@yandex.ru
тел.: (8342) 322507

Fateeva, Ekaterina

Mordovia State University
68 Bolshevistskaya St., 430005 Saransk,
Mordovia, Russia
e-mail: fateeva.ek.v@yandex.ru
tel.: (8342) 322507

Mokshin, Evgueni

Mordovia State University
68 Bolshevistskaya St., 430005 Saransk,
Mordovia, Russia
e-mail: Evmokshin@yandex.ru
tel.: (8342) 322507

Lukatkin, Alexandr

Mordovia State University
68 Bolshevistskaya St., 430005 Saransk,
Mordovia, Russia
e-mail: aslukatkin@yandex.ru
tel.: (8342) 322507