

УДК 582:581(082)
ББК 28.59я43
И73

Редакционная коллегия:

д.б.н., чл.-корр. НАН Беларуси *В. В. Титок* (ответственный редактор),
к.б.н. *П. Н. Белый*; к.б.н. *И. М. Гаранович*; д.б.н. *Н. В. Гетко*;
к.б.н. *Л. А. Головченко*; *С. М. Кузьменкова*; д.б.н. *Е. Н. Кутас*;
к.б.н. *Н. М. Лунина*; к.б.н. *О. В. Чижик*; к.б.н. *А. П. Яковлев*

Рецензенты:

доктор биологических наук, Ботанический институт
имени В. Л. Комарова Российской академии наук *К. Г. Ткаченко*;
кандидат биологических наук, Институт экспериментальной
ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси
А. В. Пугачевский

Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия флоры : материалы международной научной конференции, посвященной 90-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (Минск, 28 июня – 1 июля 2022 г.). В 2 ч. Ч. 1 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол.: В.В. Титок [и др.] – Минск : Белтаможсервис, 2022. – 526 с.

ISBN 978-985-7004-74-4

В сборнике представлены материалы международной научной конференции, посвященной 90-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. Часть 1: секция 1 «Теоретические основы и практические результаты интродукции растений» и секция 2 «Экология, физиология и биохимия интродуцированных растений».

УДК 582:581(082)
ББК 28.59я43

ISBN 978-985-7004-74-4 (ч. 1)
ISBN 978-985-7004-72-0

© ГНУ «Центральный ботанический сад
Национальной академии наук Беларуси», 2022
© Оформление. РУП «Белтаможсервис», 2022

ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА НА РЕГЕНЕРАЦИЮ ОРХИДЕИ *DENDROBIUM NOBILE* LINDL. ИЗ ПАЗУШНЫХ ПОЧЕК СТЕБЛЕВЫХ ЧЕРЕНКОВ

Бурчик Н. А.¹, Гетко Н. В.¹, Баркун М. И.²

¹ Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси», Минск, Беларусь, green-ice@tut.by

² Центр светодиодных и оптоволоконных технологий НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Резюме. Рассматривается опыт регенерации орхидеи *Dendrobium nobile* Lindl. из пазушных почек стеблевых черенков с использованием LED-ламп различной интенсивности и спектров излучения. Показано, что на процесс корнеобразования у развивающихся побегов положительное влияние оказывают: дальний красный свет FR, доля которого в спектре излучения ламп составляет 22–23 %, а соотношение долей в красной и синей областях спектров находится в диапазоне 1:4–1:5 и с соотношением красного и зеленого спектров 1:9. Применение ламп LED с высокой интенсивностью фотосинтетического излучения (более 70 мкмоль/м²с) для репродукции орхидей стеблевыми черенками не эффективно.

INFLUENCE OF THE SPECTRAL COMPOSITION OF LIGHT ON THE REGENERATION OF ORCHID *DENDROBIUM NOBILE* LINDL. FROM AXILLARY BUDS OF STEM CUTTINGS

Burchik N. A., Hetko N. V., Barkun M. I.

Summary. The experience of the orchid *Dendrobium nobile* Lindl. regeneration by axillary buds of stem cuttings with using of LED lamps is considered. It is shown that the process of root formation in the expected shoots has a positive effect: far red light FR, the share of which in the light probability spectrum is 22–23 %, the ratio of the shares in the red and blue large spectra is within 1:4–1:5 and with a ratio of red and green spectra 1:9. The use of LED lamps with a high level of scattering of photosynthetic radiation (more than 70 μmol/m²s) for the reproduction of orchids by stem cuttings is inefficient.

Генофонд орхидей Центрального ботанического сада НАН Беларуси насчитывает в настоящее время 532 таксона, включающих 124 рода, 314 видов, 218 гибридов. Первые орхидеи в коллекции ботанического сада появились в 1959 году, когда из Главного ботанического сада АН СССР были привезены и испытаны 34 вида и среди них: *Cattleya hybrida*, *Haemaria discolor*, *Vanilla planifolia*, *Coelogyne cristata*, *Dendrobium nobile* и другие виды [1] В 2002 году генофонд орхидей был значительно обновлен и пополнен образцами из ГБС им. Н. В. Цицина РАН. В настоящее время генетический материал в значительной степени привлекается из фондов ботанических садов России, Украины и из частных коллекций.

Род *Dendrobium* Sw. в коллекции представлен 29 видами и 21 гибридом: *D. spatella* Rchb.f.; *D. terminale* C.S.P.Parish & Rchb.f. (секция Aporum); *D. aduncum* Lindl., *D. hercoglossum* Rchb.f. (секция Breviflores); *D. x delicatum* (Bailey) F. M. Bailey (секция Brevisaccata); *D. anosmum* Lindl.; *D. a. var. superbum* Lindl., *D. aphyllum* (Roxb.)C.E.C.Fisch., *D.friedericksianum* Rchb.f., *D. hancockii* Rolfe, *D. kingianum* Bidwill ex Lindl., *D. loddigesii* Rolfe; *D. moniliforme* F. Muell.; *D. nobile* Lindl., *D. primulinum* Lindl., *D.parishii* Rchb.f. (секция Dendrobium); *D. kingianum* Bidwill ex Lindl., *D. aggregatum* Roxb., *D. chrysotoxum* Lindl., *D. densiflorum* Lindl., *D. farmeri* Paxt.; *D.harveyanum* Rchb.f.; *D. jenkinsii* Wall. ex Lindl. (секция Densiflorum); *D. oligophyllum* Gagner (секция Distichophyllae); *D. christyanum* Rchb.f., *D. trigonopus* Rchb.f (Секция Formosae); *D. fimbriatum* Hook., *D. moschatum* (Buch.-Ham) Sw. (секция Holochrysa); *D. phalaenopsis* Fitzg. (секция Phalaenanthe); *D. crumenatum* Sw. (секция Rhopalanthe).

Dendrobium nobile Lindl. – симподиальный эпифитный, реже литофитный вид орхидей, естественно произрастающий в регионах: Ассам, Гималаи, Непал, Индия, Бутан, Сикким, Мьянма, север Таиланда, Лаос, значительная часть южного Китая и Вьетнам. Растет на открытых местах на высоте 600–2000 метров над уровнем моря. К настоящему времени в мировой флоре зарегистрированы

1523 вида данного рода. Светолюбив (типичный гелиофит). Потребность в освещении составляет 15000–32000 люкс [2]. Стебли *Dendrobium nobile* прямостоячие, с возрастом поникающие, 60–90 см длиной, 1,5–2 см толщиной. Длительность жизни одного туберида 2–4 года. Растение листопадное. Листья располагаются по всей длине стебля, линейной или ланцетной формы, длиной 7–10 см, опадают после вызревания побегов. Соцветия короткие, состоят из 2–4 цветков, образующихся на вызревших побегах. Цветки ароматные, 6–8 см в диаметре, окраска изменчива: листочки околоцветника от бледно-сиреневых до розовых, губа с темно-лиловым пятном в основании. Цветет в условиях оранжерей с января по март.

Многие виды данного рода имеют значение в качестве лекарственных растений, в том числе и орхидея *Dendrobium nobile* Lindl., которая является не только высоко декоративной, но и чрезвычайно ценной лекарственной орхидеей, широко используемой в различных традиционных растительных препаратах, содержащих важные биохимические соединения, такие как дендробин, москатилин, гигантол и денбинобин, обладающие в том числе и противораковыми свойствами, и для них разработано в настоящее время много способов эффективного клонального размножения [3]. В качестве эксплантов используются листья [4], пазушные почки [5], кончики побегов [6], сегменты псевдобульб [7].

В условиях оранжерей нами изучена эффективность регенерации высоко декоративной орхидеи *Dendrobium nobile* Lindl. из пазушных почек черенков в опытах с применением дополнительного освещения LED-лампами различной интенсивности и спектров излучения: PPG T8I Agro; Navigator DSP-FITO; ДДП06–3×8–004 УХЛ 4 Home Farm (таблица). Доказано, что наиболее эффективное корнеобразование (рост корней и их число) происходит под лампами Agro и Navigator с соотношением долей излучения в красной (R) и синей (B) областях спектра равным 1:5 и 1:4 и с соотношением долей излучения в красной и зеленой (G) областях – 1:9 (таблица, рисунок 1).

Полученные результаты демонстрируют также увеличение длины корней у побегов растений, развивающихся из пазушных почек черенков в условиях облучения их LED-лампами, что почти вдвое больше по сравнению с контрольным вариантом. И при этом важно отметить положительное влияние на процесс корнеобразования дальнего красного света FR. Наиболее заметные в этом отношении различия обнаружены в опытах с облучением лампой Navigator DSP-FITO, в спектре излучения которой доля FR от общей облученности (PPFD) составляет 22 %, а также в варианте с естественным освещением (23 %). Положительное влияние на процесс удлинения корней зеленого света проявилось в варианте с лампой ДДП06–3×8–004 УХЛ4, в спектре излучения которой его доля составляет более 32 % (таблица, рисунок 1).

Таблица. Влияние спектров излучения LED-ламп на морфогенез растений *Dendrobium nobile*, развивающихся из черенков

Исследуемые характеристики LED-ламп и параметров растений	Светодиодные источники LED			Естественное освещение (d)
	PPG T8I Agro (a)	Navigator DSP-FITO (b)	ДДП06–3×8–004 УХЛ4 Home Farm (c)	
Спектральные характеристики LED-ламп (мкмоль/м ² /с)				
PPFD, мкмоль/м ² /с	31,34	41,53	77,76	10,89
DLI _p , моль/м ² ·дн (12ч)	1,64	2,20	3,67	0,65
PFD, мкмоль/м ² /с	37,03	51,81	84,87	14,43
PFD – B, мкмоль/м ² /с	5,75	6,63	10,52	2,39
% от PFD	15,5	12,8	12,4	16,5
PFD – G, мкмоль/м ² /с	2,42	3,41	27,61	4,0
% от PFD	6,5	6,5	32,5	27,7
PFD – R, мкмоль/м ² /с	23,16	31,48	39,63	4,50
% от PFD	62,3	60,8	46,7	31,2
PFD – FR, кмоль/м ² /с	6,70	9,81	7,11	3,54
% от PFD	18,1	18,8	8,4	23,1

Окончание таблицы

Исследуемые характеристики LED-ламп и параметров растений	Светодиодные источники LED			Естественное освещение (d)
	PPG T8I Agro (a)	Navigator DSP-FITO (b)	ДДП06–3×8–004 УХЛ4 Home Farm (c)	
Величина соотношения долей спектров LED-ламп				
Ratio: B/G	2,3	1,94	0,38	0,60
Ratio: R/G	9,60	9,23	1,43	1,12
Ratio: FR/G	2,77	2,88	0,25	0,88
Ratio: R/B	4,03	4,74	3,76	1,88
Ratio: R/FR	3,46	3,20	5,58	1,27
Морфометрические параметры растений <i>Dendrobium nobile</i> Lindl.				
Количество корней, шт.	4,07±0,57	3,88±0,41	3,69±0,54	2,7±0,55
Суммарная длина корней, мм	33,6±2,9d	41,5±3,6d	37,4±3,9d	20,7±1,65abc
Длина побега, мм	46,2±5,4cd	34,9±3,7acd	34,3±4,5abd	64,0±5,8abc
Количество междоузлий, шт.	4,21±1,18d	3,5±1,36d	3,38±1,32d	5,91±1,3abc
Длина междоузлий, мм	10,17±0,67	9,35±0,80d	9,39±0,72	10,76±0,61b
Количество листьев, шт.	2,38±0,27	2,25±0,19d	2,18±0,30d	3,00±0,23bc
Диаметр стебля, мм	4,8±0,40	5,9±2,00d	5,9±2,00d	3,7±0,2bc
Площадь листа, мм ²	362,04±101,53	374,09±55,96	331,35±45,76	374,56±56,17

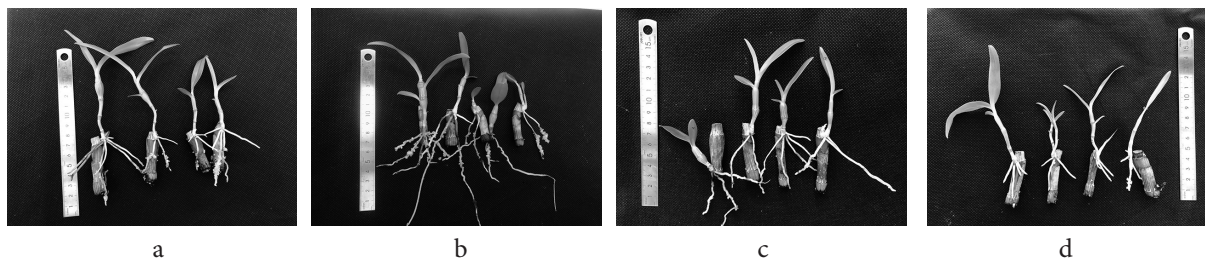


Рис. 1. Растения орхидеи *Dendrobium nobile* Lindl.), выращенные из пазушных почек черенков в оранжерее, в вариантах с использованием LED-ламп: а – PPG T8I Agro; б – Navigator DSP-FITO; в – ДДП06–3×8–004 УХЛ 4 Home Farm; д – контроль

Статистически значима разница по длине междоузлий в вариантах с облучением лампами Navigator и PPG в сравнении с контролем, тогда как в варианте с облучением лампой ДДП выявлены сходные с контролем показатели. Обнаружено также, что низкая доля красной области спектра приводит к увеличению размеров междоузлий, тогда как лампы с большей долей облучения в красной области спектра вызывали их уменьшение. Количество листьев в сформированном побеге статистически значимо между контролем и в вариантах с облучением лампами Navigator и ДДП.

Рассчитана также логарифмическая модель зависимости длины побегов, развившихся из пазушных почек черенков растений дендробиума, от величины фотосинтетической фотонной облученности (PPFD). Коэффициент детерминации $R = 0,9547$ (рисунок 2). Таким образом, применение ламп LED с высокой интенсивностью фотосинтетически активного излучения (более 70 мкмоль/м²с) для репродукции орхидей стеблевыми черенками не эффективно.

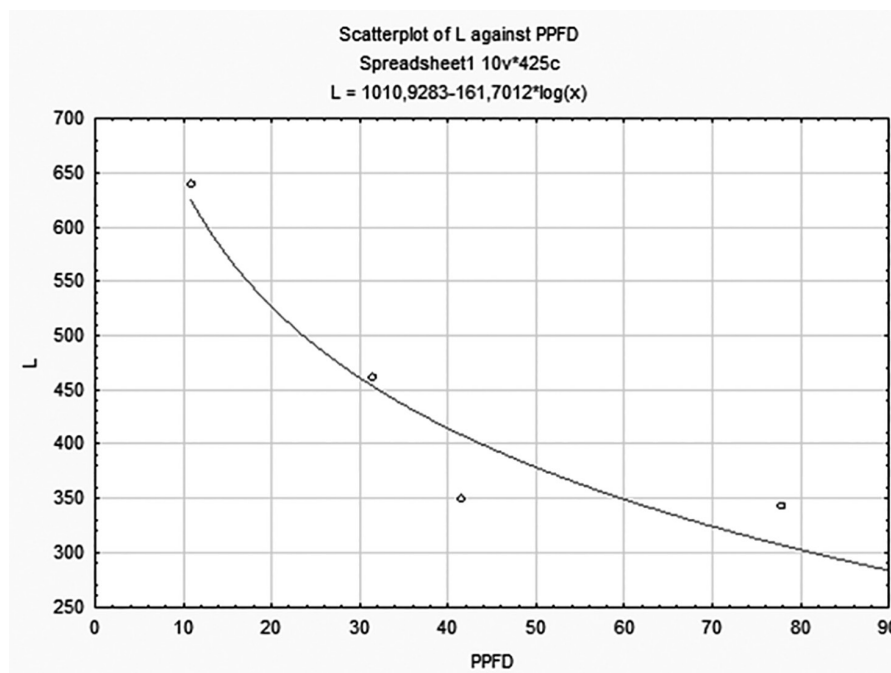


Рис. 2. Модель зависимости длины побегов, развившихся из пазушных почек у черенков орхидеи *Dendrobium nobile* Lindl., от интенсивности фотосинтетического облучения (PPFD) светодиодными источниками

Список литературы

1. Гетко Н. В., Чертович В. Н. Роль академика Н. В. Смольского в формировании коллекционного фонда субтропических и тропических растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси // Современные направления деятельности ботанических садов и держателей ботанических коллекций по сохранению биологического разнообразия растительного мира: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. Н. В. Смольского, Минск, 27–29 сент. 2005 г. – Мн.: Эдит ВВ, 2005. – С. 36–39.
2. Коломейцева Г. Л. Крупноцветковые орхидеи в коллекции Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН (*Cattleya*, *Cymbidium*, *Dendrobium*, *Paphiopedilum*, *Phalaenopsis*). – М.: ГЕОС, 2014. – 296 с.
3. Bhattacharyya P., Kumaria S., Kumar S., Tandon P. Start codon targeted (SCoT) marker reveals genetic diversity of *Dendrobium nobile* Lindl., an endangered medicinal orchid species // Gene, 2013. – Vol. 529. – P. 21–26.
4. Anjum S., Zia M., Chaudhary F. Investigations of different strategies for high frequency regeneration of *Dendrobium malones* “Victory” // African J. Biotechnol., 2006. – Vol.5. – P. 1738–1743.
5. Asghar S., Ahmad T., Ahmad I., Yaseen M. In vitro propagation of orchid (*Dendrobium nobile*) var. Emma white // African J. Biotechnol., 2011. – Vol.10. – P. 3097–3103.
6. Malabadi R. B., Mulgund G. S., Kallappa N. Micropropagation of *Dendrobium nobile* from shoot tip sections // J. Plant Physiol., 2005. – Vol. 162. – P. 473–478.
7. Sunitibala H., Kishor R. Micropropagation of *Dendrobium transparens* L. from axenic pseudobulb segments // Indian J. Biotechnol., 2009. – Vol. 8. – P. 448–452.