

## УСКОРЕНИЕ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ РОДА *RHODODENDRON L.* IN VIVO С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОРИГИНАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ОСВЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ СВЕТОДИОДОВ

О.А. КУДРЯШОВА<sup>1</sup>, А.А. ВОЛОТОВИЧ<sup>1</sup>, Т.В. ГЕРАСИМОВИЧ<sup>1</sup>,  
А.А. КУДРЯШОВ<sup>2</sup>, В.Л. КОРНЕЙЧИК<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Полесский государственный университет,

г. Пинск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Ellis Amalgamated LLC,

г. Минск, Республика Беларусь

**Введение.** Светодиод (по-английски, light emitting diode, или LED) – это полупроводниковый прибор с электронно-дырочным р–n переходом или контактом «металл – полупроводник», преобразующий электрический ток непосредственно в световое излучение [1]. Главное преимущество светодиода, в отличие от лампы накаливания или люминесцентной лампы, заключается в том, что электрический ток преобразуется в световое излучение практически без потерь, при этом светодиод практически не нагревается, что определяет длительный срок его службы. Светодиод излучает в узкой части спектра, излучение идет полностью в переднюю сферу, механически прочен, исключительно надежен. В отличие от ламп накаливания и всех других типов ламп светодиоды излучают свет в относительно узкой полосе спектра, диапазон которого составляет 20–30 нм любого цвета излучения, что делает их особенно удобными для формирования светильников со специальным спектром излучения. Срок службы светодиода может достигать 100 тысяч часов, что почти в 100 раз больше, чем у лампочки накаливания, и в 5–10 раз больше, чем у люминесцентной лампы. Светодиод также «изнашивается», но падение яркости свечения светодиодов, например, через 50000 часов, как правило, не превышает 25%. Светодиод является низковольтным электроприбором, что определяет безопасность работы с ним в целом. Сверхминиатюрность и встроенное светораспределение (оптические линзы) дополняют положительные качества светодиода [1–4].

В настоящее время в мировой литературе имеется достаточно информации об успешной стимуляции роста и развития разных видов растений *in vivo* в парниково-тепличных комплексах и *in vitro* и *ex vivo* в условиях биотехнологических лабораторий, при использовании светодиодных ламп и установок освещения на основе светодиодов [5–9]. Тем не менее, применение светодиодов в растениеводстве, как направление научно-производственной деятельности человека, на сегодняшний день все еще находится на этапе своего становления. Это направление является перспективным в связи с возможностью разработки инновационных технологий, касающихся ускоренного производства качественного посадочного материала растений любых видов как при помощи классических методов, так и при использовании клеточных технологий *in vitro*.

За период февраль–ноябрь 2009 года при научном сопровождении сотрудников сектора микроклонального размножения растений УО «Полесский государственный университет» (Пинск, Республика Беларусь) и содействии компании ООО «Ellis Amalgamated LLC» (Минск, Республика Беларусь) был сконструирован опытный образец установки освещения на основе светодиодов. Опытный образец созданной установки испытывали на предмет стимуляции роста и развития растений в биотехнологической лаборатории сектора микроклонального размножения растений УО «Полесский государственный университет» с ноября 2009 года по февраль 2010 года. В настоящей статье приведены результаты испытаний созданного опытного образца светодиодной лампы и сравнительного анализа эффективности использования световых установок с разными типами ламп для стимуляции роста и развития растений рода *Rhododendron L.* *in vivo*.

**Методика и объекты исследования.** В качестве объекта исследований использовали 2 вечнозеленых вида растений рода *Rhododendron L.* – *Rhododendron catawbiense* Michx и *Rhododendron Fortunei* Lindl.

Семена указанных видов высевали на верховой торф (ПРУП «Зеленоборское», Республика Беларусь) в емкости размером 15×20 см<sup>2</sup> из расчета 0,05 г на емкость и размещали под четырьмя разными типами ламп, различающимися по освещенности и спектральному составу света (табл. 1).

Таблица 1 – Тип и характеристика задействованных в эксперименте ламп

Маркировка лампы	Количество ламп на полке, шт	Освещенность, лк
OSRAM L 36W/954 Lumilux de Lux Daylight	4	9000
OSRAM L 36W/76 Natura	4	6000
OSRAM L 36W/77 Fluora	4	7000
Лампа светодиодная (оригинальная)	1	4000

После посева семян, емкости (лотки) укрывали пленочными пакетами во избежание пересыхания семян и, впоследствии, всходов. Всходы культивировали при соблюдении следующих условий: фотопериод (свет/темнота, ч) – 16/8 часов, температура  $+25\pm 1^\circ\text{C}$ . На протяжении испытаний за семенами и проростками осуществляли ежедневный уход – полив-опрыскивание, сеянцы однократно обрабатывали раствором фунгицида «Байтан», до появления всходов ежедневно посеы проветривали на протяжении 1-2 ч, проводили фенологические наблюдения. Через 33 дня после посева семян с помощью миллиметровой бумаги измеряли площадь листовой пластинки семядольного листа и высоту проростков. На 43 и 53 дни после посева семян анализировали изменчивость роста и развития растений по признакам «площадь листовой пластинки первого настоящего листа», «высота проростков», «количество настоящих листьев». На 60 день после посева провели пикировку и одновременный учет количества взошедших из семян растений под каждым из исследуемых типов ламп.

Общий математический анализ данных проводили по стандартным методам вариационной статистики [10] с использованием программы статистического анализа данных STATISTICA 6.0 [11]. Дисперсионный анализ данных и расчет доли влияния факторов на изменчивость исследуемых признаков проводили в программе AB-Stat, разработанной в Институте генетики и цитологии НАН Беларуси.

**Результаты и их обсуждение.** Семена проклюнулись практически одновременно на 8-9 день после посева. Дружные всходы практически во всех исследуемых вариантах опыта появились на 13 день после посева.

Результаты изменчивости исследуемых признаков на 33, 43 и 53 дни после посева приведены в таблице 2.

Согласно полученным данным, высота проростков под светодиодной лампой во всех случаях достоверно (при  $P<0,01$ ), соответственно, на 33-й, 43-й и 53-й день, превышала высоту проростков под остальными типами ламп на 1,38-1,85; 3,15-3,45 и 2,80-3,80 мм для *Rhododendron catawbiense* Michx, и на 2,10-2,20; 2,07-2,53 и 2,80-3,40 мм для *Rhododendron Fortunei* Lindl (табл. 2). Площадь листовой пластинки семядольного листа у проростков под светодиодной лампой на 33 день после посева достоверно (при  $P<0,01$ ) превышала такую у проростков под остальными типами ламп на 0,86-1,73 мм<sup>2</sup> для *Rhododendron catawbiense* Michx и на 0,87-1,23 мм<sup>2</sup> для *Rhododendron Fortunei* Lindl (табл. 2).

Площадь листовой пластинки первого настоящего листа у проростков под светодиодной лампой на 43 день после посева достоверно (при  $P<0,05$  и  $P<0,01$ ) превышала такую у проростков под остальными типами ламп на 3,45-6,41 мм<sup>2</sup> для *Rhododendron catawbiense* Michx и на 10,14-12,07 мм<sup>2</sup> для *Rhododendron Fortunei* Lindl. Площадь листовой пластинки первого настоящего листа у проростков под светодиодной лампой на 53 день после посева достоверно (при  $P<0,05$ ) превышала такую только у проростков под лампой OSRAM L36W/954 Lumilux de Lux на 5,93 мм<sup>2</sup> для *Rhododendron catawbiense* Michx. В остальных случаях для двух исследуемых видов рододендрона превышение показателей хотя и имело место, но являлось недостоверным (табл. 2). Тем не менее, можно говорить о тенденции усиления данного признака при освещении проростков светодиодными лампами. Объяснить данное явление возможно различиями количества взошедших семян при разных условиях освещения. При оценке данного признака у вида *Rhododendron Fortunei* Lindl установлено, что по всхожести проростки под светодиодными лампами в 1,8-2,3 раза превышали такую у проростков под остальными типами ламп (табл. 3).

Таблица 2 – Изменчивость количественных признаков у растений рода *Rhododendron* L.

Возраст, дни	Тип лампы	Высота проростков, мм		S листовой пластинки первого настоящего листа, мм <sup>2</sup>		Количество настоящих листьев, шт.	
		<i>Rhododendron catawbiense</i>	<i>Rhododendron Fortunei</i>	<i>Rhododendron catawbiense</i>	<i>Rhododendron Fortunei</i>	<i>Rhododendron catawbiense</i>	<i>Rhododendron Fortunei</i>
33	1	2,47±0,27	2,55±0,17	3,53±0,18	4,17±0,27	–	–
	2	2,10±0,16	2,60±0,18	3,67±0,21	4,18±0,22	–	–
	3	2,00±0,21	2,65±0,13	2,80±0,17	3,82±0,22	–	–
	4	<b>3,85±0,13**</b>	<b>4,75±0,34**</b>	<b>4,53±0,22**</b>	<b>5,05±0,27**</b>	–	–
43	HCP <sub>05</sub>	0,56	0,62	0,53	0,63	–	–
	HCP <sub>01</sub>	0,76	0,83	0,69	0,84	–	–
	1	3,05±0,16	3,63±0,18	10,07±1,06	11,68±1,77	1,80±0,07	1,50±0,09
	2	2,92±0,15	3,42±0,16	11,27±1,25	11,73±1,17	1,73±0,08	1,47±0,09
53	3	2,75±0,10	3,17±0,12	13,03±0,78	9,80±1,01	1,90±0,06	1,43±0,09
	4	<b>6,20±0,36**</b>	<b>5,70±0,30**</b>	<b>16,48±1,47*</b>	<b>21,87±2,01**</b>	<b>2,23±0,09**</b>	<b>1,83±0,10*</b>
	HCP <sub>05</sub>	0,62	0,58	3,09	4,20	0,21	0,27
	HCP <sub>01</sub>	0,82	0,76	4,09	5,56	0,27	0,35
53	1	6,20±0,31	5,37±0,28	24,10±1,99	30,63±2,08	2,70±0,11	2,27±0,11
	2	6,10±0,32	4,82±0,22	26,23±1,36	33,03±1,75	2,87±0,10	2,43±0,09
	3	5,20±0,28	4,77±0,16	29,63±1,27	31,60±2,60	2,93±0,11	2,23±0,08
	4	<b>9,00±0,48**</b>	<b>8,17±0,43**</b>	<b>30,03±1,86*</b>	<b>36,27±1,95</b>	<b>3,10±0,09*</b>	<b>2,80±0,10**</b>
HCP <sub>05</sub>	1,01	0,76	4,55	5,72	0,30	0,26	
	1,34	1,00	6,02	7,57	0,39	0,34	

Примечание – Прочерк означает отсутствие данных. Данные представлены как среднее арифметическое ± стандартная ошибка.  
 Тип лампы: 1 – OSRAM L 36W/954 Lumilux de Lux Daylight; 2 – OSRAM L 36W/76 Natura; 3 – OSRAM L 36W/77 Fluora; 4 – лампа светодиодная.  
 \* – значимо при  $P < 0,05$ ; \*\* – значимо при  $P < 0,01$ .

Таблица 3 – Количество взошедших растений рода *Rhododendron L.* при освещении разными типами ламп

Тип ламп	<i>Rhododendron catawbiense</i> , шт	<i>Rhododendron Fortunei</i> , шт
OSRAM L 36W/954 Lumilux de Lux Daylight	176	105
OSRAM L 36W/76 Natura	170	135
OSRAM L 36W/77 Fluora	165	135
Лампа светодиодная (оригинальная)	153	245

Исчезновение (с возрастом проростков) достоверности превышения показателей площади листовой пластинки первого настоящего листа у проростков *Rhododendron Fortunei* Lindl под светодиодной лампой возможно объяснить различиями по площади питания, приходящейся на каждое отдельное растение. Поскольку под остальными типами ламп количество взошедших растений, как было указано выше, в 1,8-2,3 раза меньше, чем под светодиодными лампами, проростки под светодиодными лампами, в данном случае, получали питание с меньшей площади.

Поскольку тенденция превышения показателей анализируемого признака при этом сохраняется, можно предположить, что при равном количестве растений достоверность превышения показателя площади листовой пластинки первого настоящего листа у растений при освещении светодиодами будет восстанавливаться.

Настоящие листья начали формироваться первыми у проростков под светодиодными лампами на 33 день после посева семян. При этом площадь листовой пластинки первого настоящего листа была сопоставима с таковой семядольных листьев более чем у 50% растений. В остальных вариантах опыта (под другими типами ламп) формирование первого настоящего листа находилось на зачаточной стадии. Анализ изменчивости признака «количество настоящих листьев» на 43-й и 53-й дни после посева, во всех случаях выявил достоверное (при  $P < 0,05$  и  $P < 0,01$ ) превышение показателей у проростков под светодиодными лампами (табл. 2).

Результаты однофакторного дисперсионного анализа изменчивости исследуемых признаков приведены в таблицах 4-6.

Установлено высоко достоверное (при  $P < 0,01$ ) влияние типа лампы на изменчивость признака «высота растений», во всех исследуемых случаях (табл. 4).

Высоко достоверное (при  $P < 0,01$ ) влияние исследуемого фактора на изменчивость признака «площадь листовой пластинки первого настоящего листа» наблюдали во всех исследуемых случаях на 33-й и 43-й дни после посева. На 53-й день после посева семян достоверное (при  $P < 0,05$ ) влияние типа лампы на изменчивость данного признака установлено только для *Rhododendron catawbiense* Michx (табл. 5).

Установлено достоверное (при  $P < 0,01$  и  $P < 0,05$ ) влияние типа лампы на изменчивость признака «количество настоящих листьев» во всех случаях, за исключением 53-дневных проростков *Rhododendron catawbiense* Michx (табл. 6).

Двухфакторный дисперсионный анализ изменчивости исследуемых признаков на 43-й и 53-й дни после посева, выявил высоко достоверное (при  $P < 0,01$ ) влияние типа ламп во всех случаях, за единственным исключением (табл. 7 и 8). При этом, в зависимости от возраста проростков, доля влияния данного фактора на изменчивость признака «высота проростков» составила 52,6% и 37,7%, соответственно; на изменчивость признака «площадь листовой пластинки первого настоящего листа» – 17,1% и 3,7% (при  $P < 0,05$ ); на изменчивость признака «количество настоящих листьев» – 10,8% и 8,1%, соответственно. Установлено высоко достоверное (при  $P < 0,01$ ) влияние генотипа на изменчивость всех исследуемых признаков у 53-дневных проростков. При этом доля влияния фактора, в зависимости от признака, находилась в пределах 3,4%-14,6% (табл. 8). У 43-дневных проростков установлено высоко достоверное (при  $P < 0,01$ ) влияние генотипа только на изменчивость признака «количество настоящих листьев». При этом доля влияния фактора составила 11,6% (табл. 7). Достоверное (при  $P < 0,05$ ) влияние совокупного действия факторов «генотип» и «тип лампы» на изменчивость признаков «высота проростков» и «площадь листовой пластинки первого настоящего листа» установлено только для 43-х дневных проростков.

Таблица 4 – Однофакторный дисперсионный анализ изменчивости (средние квадраты) высоты растений рода *Rhododendron* L. в зависимости от возраста проростков

Источник варьирования	Степени свободы	33 дневные проростки		Степени свободы	43 дневные проростки		53 дневные проростки	
		<i>Rhododendron catawbiense</i>	<i>Rhododendron Fortunei</i>		<i>Rhododendron catawbiense</i>	<i>Rhododendron Fortunei</i>	<i>Rhododendron catawbiense</i>	<i>Rhododendron Fortunei</i>
Общее	39	0,928	1,333	119	3,432	2,216	5,749	4,424
Фактор А (тип лампы)	3	<b>7,298**</b>	<b>11,573**</b>	3	<b>81,852**</b>	<b>40,574**</b>	<b>81,275**</b>	<b>78,219**</b>
Повторности	9	0,455	0,562	29	1,276	1,099	3,513	3,533
Случайные отклонения	27	0,378	0,453	87	1,447	1,265	3,890	2,176

Примечание – \*\* – значимо при  $P < 0,01$

Таблица 5 – Однофакторный дисперсионный анализ изменчивости (средние квадраты) площади листовой пластинки первого настоящего листа у растений рода *Rhododendron* L. в зависимости от возраста проростков

Источник варьирования	Степени свободы	33 дневные проростки		43 дневные проростки	53 дневные проростки	
		<i>Rhododendron catawbiense</i>	<i>Rhododendron Fortunei</i>		<i>Rhododendron catawbiense</i>	<i>Rhododendron Fortunei</i>
Общее	119	1,507	1,976	45,780	92,596	85,798
Фактор А (тип лампы)	3	<b>15,156**</b>	<b>8,274**</b>	<b>234,130**</b>	<b>898,191**</b>	<b>241,333*</b>
Повторности	29	1,426	2,658	54,621	86,035	91,172
Случайные отклонения	87	1,064	1,531	36,338	67,004	78,644

Примечание – \* значимо при  $P < 0,05$ ; \*\* значимо при  $P < 0,01$

Таблица 6 – Однофакторный дисперсионный анализ изменчивости (средние квадраты) площади листовой пластинки первого настоящего листа у растений рода *Rhododendron* L. в зависимости от возраста проростков

Источник варьирования	Степени свободы	43 дневные проростки		53 дневные проростки	
		<i>Rhododendron catawbiense</i>	<i>Rhododendron Fortunei</i>	<i>Rhododendron catawbiense</i>	<i>Rhododendron Fortunei</i>
Общее	119	0,211	0,282	0,326	0,315
Фактор А (тип лампы)	3	<b>1,478**</b>	<b>1,031*</b>	0,822	<b>2,022**</b>
Повторности	29	0,230	0,236	0,234	0,309
Случайные отклонения	87	0,162	0,272	0,339	0,258

Примечание – \* – значимо при  $P < 0,05$ ; \*\* – значимо при  $P < 0,01$

Таблица 7 – Двухфакторный дисперсионный анализ изменчивости количественных признаков у растений рода *Rhododendron* L. в 43-х дневном возрасте

Источник варьирования	Степени свободы	Высота проростков		Площадь листовой пластинки первого настоящего листа		Количество настоящих листьев	
		Средний квадрат	Доля влияния, %	Средний квадрат	Доля влияния, %	Средний квадрат	Доля влияния, %
Общее	239	2,828	–	69,180	–	0,278	–
Фактор А (генотип)	1	3,750	0,555	67,204	0,406	<b>7,704**</b>	11,592
Фактор Б (тип лампы)	3	<b>118,607**</b>	52,644	<b>943,392**</b>	17,117	<b>2,382**</b>	10,752
А×Б	3	<b>3,819*</b>	1,695	<b>188,929*</b>	3,428	0,126	0,570
Повторности	29	1,596	6,846	74,049	12,988	0,236	10,288
Случайные отклонения	203	1,274	38,260	53,805	66,060	0,219	66,798

Примечание – \* – значимо при  $P < 0,05$ ; \*\* – значимо при  $P < 0,01$

Таблица 8 – Двухфакторный дисперсионный анализ изменчивости количественных признаков у растений рода *Rhododendron* L. в 53-х дневном возрасте

Источник варьирования	Степени свободы	Высота проростков		Площадь листовой пластинки первого настоящего листа		Количество настоящих листьев	
		Средний квадрат	Доля влияния, %	Средний квадрат	Доля влияния, %	Средний квадрат	Доля влияния, %
Общее	239	5,245	–	117,553	–	0,374	–
Фактор А (генотип)	1	<b>42,926**</b>	3,425	<b>1738,817**</b>	6,189	<b>13,067**</b>	14,627
Фактор Б (тип лампы)	3	<b>157,684**</b>	37,740	<b>344,494*</b>	3,679	<b>2,422**</b>	8,134
А×Б	3	1,809	0,433	78,628	0,840	0,422	1,418
Повторности	29	4,775	11,048	145,239	14,992	0,305	9,888
Случайные отклонения	203	2,924	47,354	102,833	74,301	0,290	65,933

Примечание – \* – значимо при  $P < 0,05$ ; \*\* – значимо при  $P < 0,01$

Таблица 9 – Трехфакторный дисперсионный анализ изменчивости количественных признаков у растений рода *Rhododendron* L.

Источник варьирования	Степени свободы	Высота проростков		Площадь листовой пластинки первого настоящего листа		Количество настоящих листьев	
		Средний квадрат	Доля влияния, %	Средний квадрат	Доля влияния, %	Средний квадрат	Доля влияния, %
Общее	479	5,409	–	165,147	–	0,542	–
Фактор А (генотип)	1	<b>10,651*</b>	0,411	<b>1244,852**</b>	1,574	<b>20,419**</b>	7,872
Фактор Б (возраст)	1	<b>661,526**</b>	25,533	<b>34476,300**</b>	43,583	<b>103,602**</b>	39,939
А×Б	1	<b>36,026**</b>	1,390	<b>561,169**</b>	0,709	0,352	0,136
Фактор В (тип лампы)	3	<b>274,314**</b>	31,763	<b>1132,651**</b>	4,295	<b>4,563**</b>	5,277
А×В	3	2,585	0,299	<b>224,495*</b>	0,851	0,391	0,452
Б×В	3	1,977	0,229	155,235	0,589	0,241	0,279
А×Б×В	3	3,044	0,352	43,062	0,163	0,158	0,182
Повторности	29	4,187	4,686	150,722	5,525	0,270	3,021
Случайные отклонения	435	2,105	35,335	77,669	42,710	0,255	42,842

Примечание – \* – значимо при  $P < 0,05$ ; \*\* – значимо при  $P < 0,01$

При этом доля влияния совокупности факторов на изменчивость указанных признаков составила 1,7% и 3,4%, соответственно (табл. 7).

Трехфакторный дисперсионный анализ установил высоко достоверное (при  $P < 0,01$ ) влияние всех факторов на изменчивость исследуемых признаков (табл. 9). При этом доля влияния генотипа на изменчивость признаков «высота проростков», «площадь листовой пластинки первого настоящего листа» и «количество настоящих листьев», составила, соответственно, 0,4%, 1,6% и 7,9%; доля влияния возраста проростков – 25,5%, 43,6% и 39,9%; доля влияния типа ламп – 31,8%, 4,3%, 5,3%. Установлено высоко достоверное (при  $P < 0,01$ ) влияние совокупности факторов генотип×возраст на изменчивость признаков «высота проростков» и «площадь листовой пластинки первого настоящего листа».

При этом доля влияния составила 1,4% и 0,7% соответственно. В результате анализа также установлено достоверное (при  $P < 0,05$ ) влияние совокупности факторов генотип×тип лампы на изменчивость признака «площадь листовой пластинки первого настоящего листа» (доля влияния составила 0,9%).

### Выводы

1. Высота проростков под светодиодной лампой во всех случаях достоверно (при  $P < 0,01$ ) на 33-й, 43-й и 53-й день превышала высоту проростков под остальными типами ламп на 1,38-1,85; 3,15-3,45 и 2,80-3,80 мм, соответственно, для *Rhododendron catawbiense* Michx, и на 2,10-2,20; 2,07-2,53 и 2,80-3,40 мм для *Rhododendron Fortunei* Lindl.

2. Анализ изменчивости признаков «площадь листовой пластинки первого настоящего листа» и «количество настоящих листьев» в подавляющем большинстве случаев выявил достоверное (при  $P < 0,05$  и  $P < 0,01$ ) превышение показателей у проростков *Rhododendron catawbiense* Michx и *Rhododendron Fortunei* Lindl под светодиодными лампами.

3. Установлено, что всхожесть семян вида *Rhododendron Fortunei* Lindl под светодиодными лампами в 1,8-2,3 раза превышала таковую у проростков под остальными типами ламп. При этом настоящие листья начинали формироваться первыми у проростков под светодиодными лампами на 33-й день после посева семян с площадью листовой пластинки первого настоящего листа, сопоставимой с таковой семядольных листьев более чем у 50% растений.

4. Трехфакторный дисперсионный анализ выявил высоко достоверное (при  $P < 0,01$ ) влияние факторов «генотип», «тип лампы» и «возраст проростков» на изменчивость всех исследуемых признаков. При этом доля влияния типа ламп на изменчивость признаков «высота проростков», «площадь листовой пластинки первого настоящего листа» и «количество настоящих листьев» составила 31,8%, 4,3%, 5,3% соответственно.

5. Результаты исследований свидетельствуют о достоверном ускорении роста и развития растений *Rhododendron catawbiense* Michx и *Rhododendron Fortunei* Lindl при освещении семян и, впоследствии, всходов опытным образцом оригинальной установки освещения на основе светодиодов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Юнович, А.Э. Светит больше, греет меньше / А.Э. Юнович // Экология и жизнь. – 2003а. – Т. 33. – № 4. – С. 62–65.
2. Юнович, А.Э. Светодиоды как основа освещения будущего / А.Э. Юнович // Светотехника. – 2003. – № 3. – С. 2–6.
3. Алферов, В.Ю. Внедрение полупроводниковых инноваций в ОАО «РЖД» / В.Ю. Алферов, Ю.В. Митрохин // Светотехника. – 2009. – № 5. – С. 9–12.
4. Билунд, Л. Освещение светодиодами приходит в центр Стокгольма / Л. Билунд // Светотехника. – 2009. – № 6. – С. 64–66.
5. Полякова, М.Н. Влияние света различного спектрального состава на регенерационный потенциал люпина в культуре *in vitro*: материалы II Всерос. междуна. конгресса «Симбиоз Россия 2009» / М.Н. Полякова, А.А. Балакина // – 2009. – С. 63–64.
6. Both, A.J. Evaluation of light uniformity underneath supplemental lighting systems / A.J. Both, D.E. Ciolkosz, L.D. Albright // Acta Horticulturae. – 2002. – V. 580. – P. 183–190.
7. Fisher, P. Supplemental lighting technology and costs / Chapter 6. In 'Lighting Up Profits, Understanding Greenhouse Lighting' / P. Fisher and E. Runkle // Published by Meister Media Worldwide, Willoughby, OH. – 2004. – P. 43–46.
8. Li, Q. Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce / Q. Li, C. Kubota // Environmental and Experimental Botany. – 2009. – V. 67, I. 1. – P. 59–64.

9. Wu, M.C. A novel approach of LED light radiation improves the antioxidant activity of pea seedlings / M.C. Wu [and other] // Food Chemistry. – 2007. – V. 101, I. 4. – P. 1753–1758.
10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 350 с.
11. Боровиков, В.П. STATISTICA : Искусство анализа данных на компьютере / В.П. Боровиков. – СПб: Питер, 2001. – 688 с.

**ACCELERATION OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF RHODODENDRON L. PLANTS IN VIVO USING OF ORIGINAL EMPLACEMENT OF ILLUMINATION ON THE BASIS OF LIGHT-EMITTING DIODES**

***O.A. KUDRYASHOVA, A.A. VOLOTOVICH, T.V. GERASIMOVICH,  
A.A. KUDRYASHOV, V.L. KORNEYCHIK***

***Summary***

The results of the comparative analysis of efficiency of use of a pre-production model of an original light-emitting diode lamp, for acceleration of growth and development of *Rhododendron L.* plants in vivo are resulted in the article. The dispersive analysis has established authentic (at  $P < 0.01$ ) «lamp type» factor influence on variability of three investigated traits: «the area of a leaf surface of the first true leaf», «height of sprout», «quantity of the true leaves». By the specified traits, and also by quantity of the sprouts it is established authentic (in most cases, at  $P < 0.01$ ) acceleration of growth and development of plants at use of a light-emitting diode lamp.

© Кудряшова О.А., Волотович А.А., Герасимович Т.В., Кудряшов А.А., Корнейчик В.Л.

*Поступила в редакцию 10 марта 2011г.*