

С.В. Кулько¹, Л.А. Тохтарь¹, Ж.А. Бородаева¹, В.М. Яценко²

¹НОЦ «Ботанический сад НИУ «БелГУ», г. Белгород, ²ООО «Электронные системы «БелГУ», г. Белгород

S.V. Kulko¹, L.A. Tokhtar¹, J.A. Borodaeva¹, V.M. Yatsenko²

¹Scientific and educational center "Botanical garden of Belgorod National Research University", Belgorod² OOO "Electronic systems "BelSU", Belgorod
E-mail: kulko@bsu.edu.ru, vowwa@mail.ru

**ВЛИЯНИЕ СВЕТА РАЗЛИЧНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА
НА РОСТ И РАЗВИТИЕ МИКРОРАСТЕНИЙ ЧУБУШНИКА
'DAMEBLANCHE' В КУЛЬТУРЕ IN VITRO**

**EFFECT OF LIGHT OF DIFFERENT SPECTRAL COMPOSITION
ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF MICRO PLANTS
OF THE MOCK ORANGE 'DAME BLANCHE' IN VITRO**

Резюме: в результате проведенных исследований было выявлено процентное соотношение длин волн светового излучения, благоприятное для роста и развития микрорастений чубушника 'Dame Blanche' в культуре *in vitro* на этапе мультипликации. При облучении минирастений положительные эффекты были отмечены при сочетании в спектральном составе от 30 до 50% красного света и от 50 до 70% синего света.

Ключевые слова: *светодиодные источники освещения, спектральный состав света*

Summary: as a result of the research showed the percentage of wavelengths of light radiation, favorable for the growth and development of micro plants mock orange 'Dame Blanche' *in vitro* at the stage of animation. Under the irradiation of ministrations, positive effects were observed when combined in the spectral composition from 30 to 50% of red light and from 50 to 70% of blue light.

Keywords: *led lighting sources, spectral composition of light*

Введение. В процессе клонального микроразмножения растений важную роль играет освещение. Несмотря на то, что в условиях *in vitro* растительный организм получает питательные вещества из культуральной среды, процесс фотосинтеза в хлоропластах не прекращается.

Для освещения растений на фитостеллажах используются ртутные люминесцентные лампы. Однако все большую популярность набирают светодиодные источники освещения, к достоинствам которых можно отнести высокую экономичность, достаточно малое количество выделяемого тепла, высокий КПД относительно энергозатрат и направленность светового потока. Кроме того, составляя комбинации из светодиодов разных цветовых групп,

можно получить источник света с практически любым спектральным составом в видимом диапазоне [1].

Русский исследователь К.А. Тимирязев доказал, что источником энергии для фотосинтеза служит преимущественно длинноволновая часть спектра (красные лучи с длиной волны от 600 до 720 нм), а влияние коротковолновой части (сине-зеленой) менее существенно [6]. Согласно литературным источникам, синий свет влияет на морфогенез, в то время как красный стимулирует развитие генеративных органов [2]. Изучались и другие воздействия излучения видимой части спектрального диапазона на растения [4]. Было показано, что оптимальный состав спектра излучения имеет следующее соотношение: 30% в синей области (380–490 нм), 20% в зеленой (490–590 нм) и 50% в красной области (600–700 нм). С использованием такого искусственного освещения получены урожаи, в несколько раз выше, чем при обычном освещении, причем за более короткие (в 1,5–2 раза) сроки [5].

В задачи нашего исследования входило определение наиболее эффективного по спектру источника излучения, наиболее благоприятного для развития растений чубушника в культуре *in vitro* на этапе мультипликации.

Материалы и методы. Объектами исследования служили введенные в стерильную культуру микрочеренки чубушника гибридного 'DameBlanche'. Экспланты были высажены на питательную среду по прописи Мурасиге-Скуга, дополненную 0,5 мг/л 6-БАП, в конические колбы объемом 250 мл, содержащие по 15 мл среды. Растения культивировали на фитостеллажах X-brightFitoSpectrV1.0 производства ООО «Электронные системы «БелГУ» (г. Белгород). Данные стеллажи оборудованы светодиодными светильниками. Система управления фитостеллажами выполнена на базе панельного логического контроллера к которому подключено 10 фитостеллажей. Каждая полка любого стеллажа может работать по индивидуальному графику и спектру излучения, определяемому оператором в настройках системы.

Суммарное значение ФАР во всех трех вариантах спектрального состава освещения находилось в пределах от 15 до 20 Вт/м²(табл.).

Таблица 1. – Абсолютные значения и соотношение ФАР в экспериментальных и контрольном спектрах излучения

Вариант опыта	Часть спектра					
	Красная (λ =590–700 нм)		Синяя (λ =380–490 нм)		Зеленая (λ=490–590 нм)	
	%	ФАР, Вт/м2	%	ФАР, Вт/м2	%	ФАР, Вт/м2
1	33	*5,09	65	**9,88	2	0,33
2	48	*7,59	48	**7,74	4	0,59
3	69	*12,2	28	**4,76	3	4,57
Контроль	27	4,14	27	**4,14	46	6,88

Примечание: * - длина волны светодиодов 660 нм, ** - длина волны светодиодов 455 нм.

Контроль осуществляли посредством культивирования микрочеренков чубушника на фитостеллажах, оборудованных люминесцентными лампами фирмы Osram (OSRAM L 36W/77 Cool daylight и OSRAM L 18W/77 T8 Fluora).

Результаты и их обсуждение. В первом варианте опыта минирастения были гармонично развиты, листья среднего размера. Высота минирастений была в среднем 56,7 мм, длина междоузлий 5-7 мм. Коэффициент размножения находился в пределах от 1 до 3.

Растения, культивируемые на спектрах с равным высоким количеством синего и красного света (вариант 2), в целом несли признаки угнетения роста, несмотря на то что сумма ФАР не превысила отметки в 16 Вт/м². Средняя высота минирастений составила 38,4 мм, листовые пластины были мелкими, междоузлия укороченными, 15% всех эксплантов были витрифицированы, однако коэффициент размножения при этом составил 9-12.

В условиях преобладания в спектре излучения красного света (вариант 3), листовые пластины некоторых минирастений были увеличены, при этом на листьях некоторых растений была отмечена желтая кайма. Средняя высота минирастений составила 51,9 мм, коэффициент размножения находился в пределах от 2 до 6.

Растения, культивируемые под люминесцентными светильниками (контроль) отличались наибольшей высотой по сравнению со всеми вариантами опыта со светодиодными источниками освещения. Средняя высота минирастений составила 86,6 мм, при этом у некоторых растений была отмечена витрификация листьев на верхушках побегов. Коэффициент размножения не превышал 2.

Максимальный коэффициент размножения был отмечен у растений из второй группы, однако обилие витрифицированных растений не позволяет сделать вывод о положительном влиянии данного сочетания спектров на рост и развитие растений *in vitro*.

При визуальном сравнении отмечены существенные различия между растениями, культивируемыми под воздействием различных спектров излучения. Наиболее гармонично развитыми и потенциально пригодными к дальнейшему микроразмножению выглядели растения, культивируемые под светодиодными светильниками с преобладанием в спектральном составе синего света (вариант 1).

Заключение. Выявленные в результате эксперимента различия в развитии минирастений чубушника на этапе микроразмножения, при культивировании под источниками света с различными спектрами излучения, позволяют провести предварительную оценку влияния спектрального состава света на морфогенез растений в культуре *in vitro*. Наиболее благоприятными по комплексу признаков является вариант освещения растений светильниками с преобладанием в спектральном составе синего света (65%), однако сравнительно невысокий коэффициент размножения не позволяет сделать

вывод о том, что данный спектр излучения является самым эффективным, что свидетельствует о необходимости проведения дальнейших исследований, но уже в отмеченной области спектра.

Список использованных источников

1. Брандт А.Б. Использование эффективных единиц / Брандт А.Б. Светотехника, 1980, № 1, С. 24–26

2. Валеев Р.А. Повышение эффективности облучения меристемных растений с использованием светодиодных установок: диссертация на соискание степени кандидата технических наук: - Ижевск, 2014. – 149 с.

3. Дорофеев В.Ю., Медведева Ю.В., Карначук Р.А. Оптимизация светового режима при культивировании оздоровленных растений картофеля *in vitro* с целью повышения продукционного процесса // Материалы VI Московского международного конгресса, часть 1 (Москва, 21-25 марта, 2011 г.). - М.: ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. С. 238-239

4. Протасова Н.Н. Светокультура как способ выявления потенциальной продуктивности растений // Физиология растений, т. 34, вып. 4, 1987, с. 812-822.

5. Справочная книга по светотехнике. М.: Знак, 2006

6. Тимирязев К.А. Избранные работы по хлорофиллу и усвоению света растением. М: Издательство Академии наук СССР, 1984.