

УДК 635.21:573.6:581.13

## ВПЛИВ РІЗНИХ СПЕКТРІВ ВИПРОМІНЮВАННЯ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК ОЗДОРОВЛЕНИХ РОСЛИН КАРТОПЛІ В КУЛЬТУРІ *IN VITRO*

Л. М. Решотько, С. В. Дерев'янку, О. О. Дмитрук, І. В. Волкова

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН  
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14027, Україна; e-mail: reshotko\_lm@ukr.net

*Встановлено, що додаткове освітлення фітосвітлодіодами впливає на габітус пробіркових рослин: корекція червоним світлом сприяє збільшенню висоти мікророслин сортів Щедрик, Сувенір Чернігівський та Тирас, а синім — веде до значного зменшення висоти мікророслин сорту Сувенір Чернігівський та до швидкого утворення столонів у всіх досліджених сортів. Вміст хлорофілів у листках рослин картоплі різних сортів збільшувався при додатковому освітленні, але залежав як від спектрів випромінювання, так і від реакції сорту на освітлення.*

Ключові слова: *рослини картоплі, культура in vitro, фітосвітлодіоди, спектри випромінювання.*

Для життя рослин важливими є фотосинтетично активна радіація (від 380 до 710 нм) та фізіологічно активна (від 300 до 800 нм). Сині, фіолетові (380–490 нм) та червоні (600–720 нм) промені приймають безпосередню участь у фотосинтезі, стимулюють синтез білків і регулюють швидкість розвитку рослин [1–3].

Синє світло, за даними Н. В. Катаєвої та ін. [4], є основною умовою морфогенезу. Дослідженнями Т. Н. Константинової з співав. [5] продемонстровано, що синє світло стимулює закладку вегетативних бруньок у рослин в умовах *in vitro*, а червоне — розвиток генеративних органів. На думку W. M. Morgan [6], світло є необхідною умовою для корекції росту та розвитку рослин в умовах *in vitro*, але висока інтенсивність світла не обов'язкова. У роботах Р. А. Карначука, В. Ю. Дорофєєва [7; 8] та інших показано, що світло різного спектру регулює ріст і розвиток, а також фотосинтетичні процеси та продуктивність рослин картоплі як *in vivo*, так і *in vitro*.

Джерелом світла під час розмноження рослин картоплі *in vitro* зазвичай є електричні лампи різних типів, серед яких на першо-

му місці знаходяться люмінесцентні лампи серій ЛД (спектральний склад: 50 % — фіолетове світло (440 нм), 30 % — зелене (500 нм) та 15 % — жовте (575 нм)). При освітленні такими лампами рослини картоплі в культурі *in vitro* мають стандартний габітус — зеленого кольору з добре розвиненою кореневою системою та розвиненим листям у кількості не менше 5 од./рослину [9].

При аналізі доступних літературних джерел щодо впливу різних спектрів освітлення на культуру *in vitro* рослин картоплі виявлено, що дослідників перш за все цікавило поліпшення стандартного габітуса з метою підвищення коефіцієнтів розмноження мікророслин картоплі [5; 7; 8; 10–13]. Поставлене завдання реалізовувалося за використання газорозрядних ламп високого тиску (металогалогенні та натрієві) та світлодіодних ламп різних спектрів випромінювання, які не лише енергоефективні, але й мають значний робочий ресурс. Відмічено різну реакцію рослин картоплі на освітлення, яка залежала не тільки від комбінацій світлових променів, але й від сорту.

Основна мета наших досліджень — оцінити, як саме різні варіанти фітосвітлодіод-

ного освітлення під час останнього пасажування впливають на ріст та розвиток оздоровлених мікророслин картоплі сортів Щедрик, Тирас та Сувенір Чернігівський.

**Матеріали й методи.** Досліди проводили в умовах люміностану. Визначення вмісту хлорофілів *a* і *b* у листках картоплі проводили спектрофотометричним методом.

Живцювання та пасажування оздоровлених рослин картоплі *in vitro* сортів Тирас, Щедрик та Сувенір Чернігівський проводили у стерильних умовах, число пасажів — 4, тривалість — 20–25 діб за температури 20–22 °С, фотоперіоду 16 годин, освітлення люмінесцентними лампами «Philips» ЛД 40.

Для встановлення впливу різних спектрів випромінювання на розвиток рослин *in vitro* під час останнього пасажу проводили дослід, у якому червоні та сині фітосвітлодіодні стрічки в різних варіантах використано для додаткового освітлення мікророслин (ми використали умовний термін «корекція»).

Схема досліду:

Варіант 1. Контроль (30 живців 5-го пасажу кожного сорту, освітлення люмінесцентними лампами «Philips» ЛД 40);

Варіант 2 (30 живців 5-го пасажу кожного сорту, освітлення люмінесцентними лампами «Philips» ЛД 40, корекція за використання стрічок з червоними фітосвітлодіодами (640–660 нм), 100 %;

Варіант 3 (30 живців 5-го пасажу кожно-

го сорту, освітлення люмінесцентними лампами «Philips» ЛД 40, корекція за використання стрічок з синіми фітосвітлодіодами (440–450 нм), 100 %;

Живці культивували в люміностані впродовж 20–25 діб за температури 20–22 °С з фотоперіодом 16 годин.

Статистичну обробку одержаних результатів проводили за використання програми *Statistica 6.0*.

**Результати та обговорення.** Для виконання роботи виготовляли установку для додаткового освітлення фітосвітлодіодами пробіркових рослин в умовах люміностану (рис. 1).

Проведені дослідження дозволили встановити відмінності росту та розвитку мікророслин картоплі за різних варіантів освітлення (табл. 1).

Встановлено, що спектр випромінювання впливає на розвиток мікророслин картоплі різних сортів — при корекції освітлення лише синім або червоним світлом спостерігали більш чітку різницю між варіантами (рис. 2).

Корекція червоним світлом стимулювала ріст мікророслин сорту Щедрик та Сувенір Чернігівський, а синім — пригнічувала ріст мікророслин сорту Сувенір Чернігівський (див. рис. 2).

При вивченні вмісту фотосинтетичних пігментів у мікророслинах картоплі встановлено залежність показників від спектрів додаткового освітлення (табл. 2).



А



Б

Рис. 1. Установка для додаткового освітлення (корекції) фітосвітлодіодами пробіркових рослин в умовах люміностану: А — стрічки з фітосвітлодіодами; Б — блок регулювання режимів освітлення.

Таблиця 1. Вплив освітлення на висоту пробіркових рослин картоплі, см

Варіанти досліду	Середнє значення	Стандартне відхилення
<b>Сорт Щедрик</b>		
Контроль	5,71	0,56
Корекція червоним світлом, 100 %	10,85	0,78
Корекція синім світлом, 100 %	4,06	0,63
<b>Сорт Тирас</b>		
Контроль	10,27	1,57
Корекція червоним світлом, 100 %	13,63	1,54
Корекція синім світлом, 100 %	6,88	1,10
<b>Сорт Сувенір Чернігівський</b>		
Контроль	13,76	1,03
Корекція червоним світлом, 100 %	16,89	0,95
Корекція синім світлом, 100 %	10,14	0,71

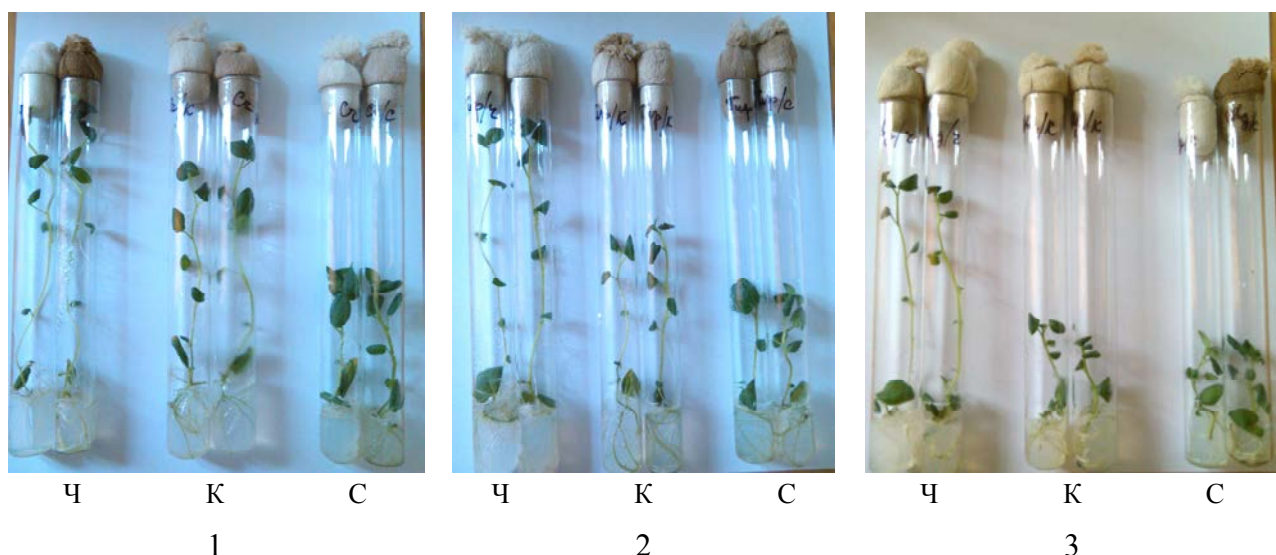


Рис. 2. Пробіркові рослини картоплі сортів Сувенір Чернігівський (1), Тирас (2), Щедрик (3) за дії різних спектрів випромінювання:

К — рослини, які культивували за освітлення люмінесцентними лампами «Philips» ЛД 40;  
 Ч — рослини, які вирощували за освітлення люмінесцентними лампами «Philips» ЛД 40 та корекції червоними фітосвітлодіодами (640–660 нм), 100 %;  
 С — рослини, які культивували за освітлення люмінесцентними лампами «Philips» ЛД 40 та корекції з синіми фітосвітлодіодами (440–450 нм), 100 %.

Найвищий вміст хлорофілів для рослин сортів Щедрик та Сувенір Чернігівський відмічено у варіантах з корекцією червоним світлом. Так, вміст хлорофілу *a* у рослинах сорту Щедрик підвищувався до 122,3 мг / 100 г проти 89,9 мг / 100 г у контролі, хлорофілу *b* — до 52,2 мг / 100 г проти 32,9 мг / 100 г, у рослинах сорту Сувенір Чернігівський ці показники становили для хлорофілу *a*

102,3 мг / 100 г проти 84,9 мг / 100 г, хлорофілу *b* — до 36,8 мг / 100 г проти 22,4 мг / 100 г. Для сорту Тирас цей показник був найвищим при вирощуванні мікророслин з корекцією синім світлом. Вміст хлорофілу *a* у рослинах сорту Тирас підвищувався до 104,9 мг / 100 г проти 87,5 мг / 100 г, хлорофілу *b* — до 45,6 мг / 100 г проти 23,6 мг / 100 г.

Таблиця 2. Вплив освітлення на вміст хлорофілів у рослинах картоплі

Варіанти дослідів	Хлорофіл <i>a</i> , мг / 100 г	Хлорофіл <i>b</i> , мг / 100 г
<b>Сорт Щедрик</b>		
Контроль	89,9 ± 0,31	32,9 ± 0,15
Корекція червоним світлом, 100 %	122,3 ± 1,17	52,2 ± 0,53
Корекція синім світлом, 100 %	92,9 ± 1,22	44,4 ± 0,63
<b>Сорт Тирас</b>		
Контроль	87,5 ± 0,36	23,6 ± 0,20
Корекція червоним світлом, 100 %	101,1 ± 0,78	45,6 ± 0,63
Корекція синім світлом, 100 %	104,9 ± 0,25	47,2 ± 0,30
<b>Сорт Сувенір Чернігівський</b>		
Контроль	84,9 ± 1,53	22,4 ± 0,35
Корекція червоним світлом, 100 %	102,3 ± 1,23	36,8 ± 0,51
Корекція синім світлом, 100 %	98,1 ± 0,57	44,0 ± 0,32

Різну реакцію сортів картоплі на режими освітлення можна пояснити впливом генотипу.

Вважається, що збільшення фотосинтетичних пігментів у мікророслин картоплі є позитивним. Рослини в культурі *in vitro* мають переважно гетеротрофний тип живлення та отримують необхідні органічні речовини з живильного середовища. При адаптації рослин *in vitro* до умов ґрунту відбувається перехід рослин на автотрофне живлення, при цьому високі концентрації фотосинтетичних пігментів забезпечують швидкий та стабільний перехід, що в свою чергу дозволяє рослинам швидше адаптуватися до нових умов вирощування.

Крім вищеописаних реакцій відмічено, що корекція освітлення впливає на процес утворення столонів у сортів Тирас і Сувенір Чернігівський. На відміну від рослин, які розвивалися за освітлення білим та червоним світлом, мікророслини цих сортів у варіантах з корекцією синім світлом столони не утворювали. Мікророслини сорту Щедрик утворювали столони за всіх режимів освітлення. За нашими спостереженнями, висаджування в ґрунт рослин зі столонами значно знижує продуктивність рослин картоплі, оскільки стрес при адаптації до інших умов припадає на рослини, які вже вийшли з ювенільної стадії.

Кластерний аналіз, до якого було залучено показники росту рослин, вміст хлоро-

філів та якісний показник — наявність / відсутність столонів, демонструє, що ступінь впливу синього та червоного світла залежить від сорту, незважаючи на те, що всі три сорти відносяться до однієї групи стиглості.

Отже, встановлено, що додаткове освітлення фітосвітлодіодами впливає на габітус пробіркових рослин: корекція червоним світлом сприяє збільшенню висоти мікророслин сортів Щедрик, Сувенір Чернігівський та Тирас, а корекція синім — веде до значного зменшення висоти мікророслин сорту Сувенір Чернігівський та до швидкого утворення столонів у всіх досліджених сортів. Вміст хлорофілів у листках рослин картоплі різних сортів збільшувався при додатковому освітленні, але залежав як від спектрів випромінювання, так і від реакції сорту на освітлення. Найвищий вміст хлорофілів для сортів Щедрик та Сувенір Чернігівський відмічено у варіантах з корекцією червоним світлом, для сорту Тирас цей показник найвищий при вирощуванні мікророслин з корекцією синім світлом.

1. Тихомиров А. А. Спектральный состав света и продуктивность растений / Тихомиров А. А., Лисовский Г. М., Сидько Ф. Я. — Новосибирск : Наука. Сиб. Отделение, 1991. — 168 с.

2. Воскресенская Н. П. Влияние света и фитогормонов на фотосинтез, рост и развитие картофеля сорта Миранда / Воскресенская Н. П.,

Дроздова И. С., Аксенова Н. П. // Регуляция роста и развития картофеля. — М., 1990. — С. 20–29.

3. Воскресенская Н. П. Принципы фоторегулирования метаболизма растений и регуляторное действие красного и синего света на фотосинтез / Воскресенская Н. П. // Фоторегуляция метаболизма и морфогенеза растений. — М., 1975. — С. 16–36.

4. Катаева Н. В. Клональное размножение в культуре ткани / Катаева Н. В., Аветисов В. А. // Культура клеток растений. — М.: Наука, 1981. — С. 137–149.

5. Взаимное влияние света и гормонов на регуляцию морфогенетических процессов в культуре *in vitro* / Т. Н. Константинова, Н. П. Аксенова, Л. И. Сергеева, М. Х. Чайлахян // Физиология растений. — 1998. — Т. 34, № 4. — С. 795–802.

6. Morgan W. M. Plant tissue culture / W. M. Morgan // World Agriculture. — 1993. — P. 19–21.

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

8. Карначук Р. А. Фоторегуляция роста и продуктивности растений картофеля при раз-

множении *in vitro* / Р. А. Карначук, В. Ю. Дорофеев, Ю. В. Медведева // VII Съезд общества физиологов растений России, Международная конференция «Физиология растений — фундаментальная основа экологии и инновационных биотехнологий» (4–10 июля 2011 г.). — Нижний Новгород, 2011. — С. 313–314.

9. ГОСТ 29268-91. Картофель семенной. Оздоровленный исходный материал. Технические условия.

10. Фотосинтез и рост растений картофеля при выращивании в условиях аэропоники с дополнительным облучением светодиодами / [Мартиросян Ю. Ц., Кособрюхов А. А., Креславский В. Д. и др.] // Сельскохозяйственная биология. — 2008. — № 3. — С. 103–106.

11. Карначук Р. А. Гормональный статус, рост и фотосинтез растений, выращенных на свету разного спектрального состава / Р. А. Карначук, И. Ф. Головацкая // Физиология растений. — 1998. — Т. 45, Вып. 6. — С. 925–934.

12. Головацкая И. Ф. Оптимизация условий освещения при культивировании *Solanum tuberosum* L. микроклонов сорта Луговской *in vitro* / Головацкая И. Ф., Дорофеев В. Ю., Медведева Ю. В // Вестник Томск. гос. ун-та. — 2013. — № 4. — С. 23–26.

13. Изучение влияния различных видов освещения на рост и развитие меристемных растений картофеля *in vitro* / [Милехин А. В., Бакунов А. Л., Дмитриева Н. Н. и др.] // Известия Самарского научного центра РАН. — 2015. — Т. 17, № 4(3). — С. 578–580.

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПЕКТРОВ ОСВЕЩЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ОЗДОРОВЛЕННЫХ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

Л. Н. Решотко, С. В. Деревянко,  
О. А. Дмитрук, И. В. Волкова

Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН, г. Чернигов

*Установлено, что дополнительное освещение фитосветодиодами влияет на габитус пробирочных растений: коррекция красным светом способствует увеличению роста микрорастений сортов Щедрик, Тирас и Сувенир Черниговский, а коррекция синим — ведёт к значительному уменьшению высоты микрорастений сорта Сувенир Чер-*

## INFLUENCE OF DIFFERENT LIGHTING SPECTRA ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF *IN VITRO* VIRUS-FREE POTATO PLANTS

L. M. Reshotko, S. V. Derevianko,  
O. O. Dmitruk, I. V. Volkova

Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture, NAAS, Chernihiv

*It was found that the additional lighting affects habitus of in vitro plants: red light correction increases the growth of potato cultivars such as Shchedrik, Tyras and Souvenir Chernihivskiy, and blue light correction leads to a significant reduction in height of Souvenir Chernihivskiy potato cultivar and to the accelerated formation of stolons in all tested varieties. The*

ниговский и к ускоренному образованию столонов у всех исследованных сортов. Содержание хлорофиллов в листьях растений картофеля увеличивалось при дополнительном освещении, но зависело как от спектров освещения, так и от реакции сорта на освещение.

Ключевые слова: растения картофеля *in vitro*, фитосветодиоды, спектры освещения.

*chlorophyll content in the leaves of potato plants was increased with additional lighting. It depended both on the light spectra and the reaction of varieties to lighting.*

Key words: *in vitro* potato plants, plant LEDs, light spectra