



УДК 631.84:551.524:633.491 (477.72)

**ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН КАРТОПЛІ В КУЛЬТУРІ *IN VITRO*
ЗА РІЗНОЇ КИСЛОТНОСТІ ЖИВИЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА
ФОТОПЕРІОДУ КУЛЬТИВУВАННЯ**

Ю. О. ЛАВРИНЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, професор,

Г. С. БАЛАШОВА, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут зрошуваного землеробства НААН

E-mail: lavrin52@mail.ru

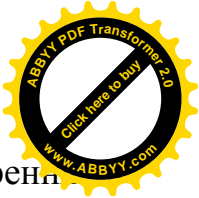
Анотація. Визначено вплив фізичних факторів культивування на мікроклональне розмноження оздоровленого в культурі *in vitro* вихідного матеріалу картоплі. Максимальні показники продуктивності забезпечує культивування за 16-годинного фотоперіоду, інтенсивності освітлення 2500 лк та рН живильного середовища 5,3.

Ключові слова: культура *in vitro*, мікроклональне розмноження, фотоперіод, інтенсивність освітлення, кислотність, продуктивність, мікробульби

На мікроклональне розмноження і ріст рослин впливає кислотність середовища, що визначає доступність для них поживних речовин. Відомо, що дуже кислі або лужні середовища лімітують надходження деяких елементів, наприклад, фосфору і заліза, роблячи їх відносно нерозчинними, і обмежують тим самим ріст рослин. У той же час при високій кислотності інші елементи переходять у розчинений стан і стають токсичними для експлантів [4]. Дуже важливо, щоб всі процеси проходили при визначеній кислотності. Зокрема, це необхідно для нормального функціонування біологічних каталізаторів – ферментів (при виході за ці межі їх активність може різко уповільнюватись).

Мета дослідження – визначити продуктивність рослин картоплі в культурі меристем *in vitro* залежно від кислотності живильного середовища та фотоперіоду культивування.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження базувались на комплексному використанні лабораторного, математично-статистичного, розрахунково-порівняльного методів та системного аналізу

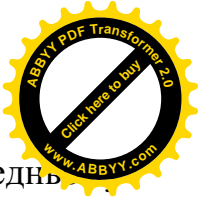


Для визначення найбільш оптимального режиму бульбоутворення культури *in vitro* середньораннього сорту картоплі Невська в 2013-2014 рр. був проведений трифакторний дослід, в якому вивчались такі фактори: А – фотоперіоди (10 та 16 годин); В – інтенсивність освітлення (1500 та 2500 лк); С – рН живильного середовища (4,3; 4,8 та 5,3).

Дослідження виконувались згідно загальноприйнятих методик. Для отримання вихідних оздоровлених біотехнологічним методом рослин картоплі *in vitro* застосовували метод термо-хіміотерапії у поєднанні з культурою апікальних меристем згідно «Методичних рекомендацій щодо проведення досліджень з картоплею» [5], методичних рекомендацій «Оптимизация процессов оздоровления, размножения и защиты семенного картофеля от вирусной инфекции» [6] та «Биотехнологические методы получения и оценки оздоровленного картофеля» [1]. Математичну обробку експериментальних даних здійснювали за загальноприйнятими методиками дисперсійного та регресійного аналізу [2, 3]; економічну ефективність виробництва оздоровленого вихідного матеріалу в культурі *in vitro* розраховували виходячи з фактичної собівартості мікробульб згідно технологічних карт.

Результати досліджень. Спостереження за ростом та розвитком рослин засвідчили, що на 20-ий день культивування висота рослин за 16-ти годинного режиму освітлення, в середньому за фактором, становила 4,3 см, що на 0,4 см більше, ніж за 10-ти годинного культивування. За всіма фотоперіодами і режимами освітлення, в середньому за фактором, висота рослин становила 4,3-4,4 см, за виключенням рослин, які культивувалися за освітлення протягом 10-ти годин з інтенсивністю 2500 лк і мали висоту 3,5 см.

В середньому за роками, найбільший приріст висоти рослин *in vitro* середньораннього сорту картоплі Невська (4,4 см) був відзначений за рН живильного середовища 4,3 у порівнянні з рН 4,8 та 5,3 (відповідно 4,1 та 3,9 см.). За взаємодії факторів, максимальний приріст висоти рослин (5,3 см) на 20-й день культивування відмічено за 16-ти годинах освітлення з інтенсивністю 1500 лк і рН 4,3.



Кількість міжвузлів складала за 10-ти годин культивування в середньому за фактором 3,0 шт., за 16-ти годин – 4,0 шт. За інтенсивності освітлення 1500 та 2500 люкс кількість міжвузлів майже однакова - 3,7 та 3,6 шт. За 16-ти годинного освітлення, незалежно від його інтенсивності, кількість міжвузлів становила 4,0 шт. За використання рН живильного середовища 4,3 рослин *in vitro* сформували на 3,2; 9,7 % більше міжвузлів, ніж за рН відповідно 4,8; 5,3.

На 20-у добу культивування за фотоперіоду 10 годин 3,0 % рослин *in vitro* утворили мікробульби проти 4,7 % за 16-ти годин в середньому за фактором.

Інтенсивність освітлення значно впливає на темпи бульбоутворення. Так, за 10-ти годин освітлення з інтенсивністю 1500 лк 1,3 % рослин утворили мікробульби, в той час як за 2500 лк – 4,7 %. За 16-ти годин освітлення з інтенсивністю 1500 лк мікробульби були на 5,0 % рослин, а за 2500 лк лише на 4,3 %. В середньому за фактором, за інтенсивності 1500 лк утворено мікробульби на 3,2 % рослин, а за 2500 лк – на 4,5 %. За використання рН живильного середовища 4,8; 4,3; 5,3 мікробульби були сформовані відповідні на 2,8; 3,8 та 5,0 % рослин *in vitro*.

На 40-у добу культивування приріст висоти рослин *in vitro* був більшим на 40,0 % за 16-ти годин освітлення, ніж за 10-ти годин і складав 2,9 см. Кількість міжвузлів складала відповідно 6,2 і 5,3 шт. Вона майже не відрізнялась за однакових фотоперіодів в межах інтенсивності освітлення: за 10-ти годин освітлення з інтенсивністю 1500 лк вона становила 5,2 шт., 2500 лк – 5,4 шт.; за 16-ти годин – відповідно 6,3 і 6,0 шт.. В середньому за фактором, за інтенсивності освітлення 1500 лк приріст рослин складав 2,4 см, 2500 лк – 2,6 см. Кількість міжвузлів була однаковою – 5,7 шт. На 40-у добу культивування тривалість фотоперіоду майже не впливала на формування мікробульб. За 16-ти годин 11,8 % рослин утворили мікробульби, за 10-ти – 13,5 %. За 10-ти годин і освітлення 1500 лк 10,7 % рослин утворили мікробульби, що на 5,6 % менше ніж за освітлення 2500 лк. За 16-ти годин і освітлення 1500 лк 9,3 % рослин утворили мікробульби, що в 1,5 рази менше ніж за освітлення 2500 лк.



На 60-у добу культивування спостерігається формування мікробульб 28,5 % рослин за 16-ти годин та відповідно 22,5 % – за 10-ти годинного фотоперіоду. В межах 16-ти годинного фотоперіоду за рН 4,8 20,5 % рослин утворили мікробульби за рН 5,3 – 33,5 %, рН 4,3 – 31,5 %. За 10-годинного освітлення – відповідно 33,5; 23,0 і 12,0 %. В середньому за 16-ти годин освітлення з інтенсивністю 2500 лк 37,7 % рослин утворили мікробульби, що в 1,9 рази більше ніж за освітлення 1500 люкс, а за 10-ти годин відповідно 26,3 та 19,3 %.

На 60-у добу культивування кращі показники бульбоутворення отримано за використання 10 годинного фотоперіоду, інтенсивності освітлення 2500 лк і рН живильного середовища 4,8 – 48,0 % та за 16-ти годинного фотоперіоду з такою ж інтенсивністю освітлення і рН 4,3 – 43,0 %.

На 80-у добу культивування продуктивність рослин картоплі сорту Невська в культурі *in vitro* значно зростає. Вплив взаємодії досліджуваних факторів на показники продуктивності був сильний, індекс множинної кореляції становив 0,890; 0,895; 0,866 та 0,926 (табл. 1).

На формування мікробульб значною мірою впливала інтенсивність освітлення ($r=0,764\pm 0,204$): за 2500 лк в середньому за фактором 78,1 % рослин сформували мікробульби проти 50,3 % за 1500 лк. Маса середньої мікробульби і маса мікробульб на одну рослину за 2500 лк освітлення склали 387,9 мг та 307,6 мг, що на 105,2 мг і 150,1 мг більше, ніж за інтенсивності освітлення відповідно 1500 лк. Інтенсивність освітлення чинила середній вплив на масу середньої мікробульби, коефіцієнт кореляції (r) становив $0,313\pm 0,300$.

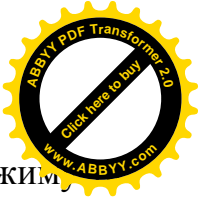


1. Продуктивність рослин картоплі сорту Невська в культурі *in vitro* залежно від кислотності (рН) живильного середовища, фотоперіоду та інтенсивності освітлення, 2013-2014 рр.

Фотоперіод, год	Інтенсивність освітлення, лк	рН живильного середовища	Маса середньої мікробульби, мг	Маса мікробульби на 1 рослину, мг	Вихід мікробульб масою понад 350 мг, %	Кількість рослин, що утворили мікробульби, %
10	1500	4,8	176,3	109,6	12,5	56,0
		4,3	92,4	28,7	0,0	31,0
		5,3	120,0	54,6	0,0	46,0
	2500	4,8	183,6	150,6	9,0	83,0
		4,3	304,8	180,6	35,3	60,0
		5,3	413,2	343,1	51,8	84,0
16	1500	4,8	399,7	176,1	46,1	45,0
		4,3	352,6	168,3	41,4	50,0
		5,3	555,4	407,8	71,4	74,0
	2500	4,8	447,1	334,9	57,2	77,0
		4,3	309,1	217,4	34,0	72,0
		5,3	669,8	619,0	80,0	92,5
Індекс множинної кореляції			0,890	0,895	0,866	0,926
NIP ₀₅ , мг	A		49,6	58,8		
	B		13,9	44,5		
	C		30,5	23,3		

Спостерігався середній зв'язок між інтенсивністю бульбоутворення, масою середньої мікробульби, масою мікробульб на одну рослину та рН живильного середовища (відповідно $r=0,469\pm 0,279$; $0,425\pm 0,286$; $0,528\pm 0,269$). Найменше мікробульб утворили рослини *in vitro*, які культивувались за рН живильного середовища 4,3 – 53,3 %, що на 12,0 та 20,9 % менше, ніж відповідно за рН 4,8 та 5,3. Мікробульби з найменшою масою сформувались за використання рН живильного середовища 4,3 – 264,7 мг проти 301,7 мг та 439,6 мг за відповідно рН 4,8 та 5,3. Така ж сама залежність спостерігалась і під час формування маси мікробульб на рослину – 148,8 мг проти 192,8 та 356,1 мг.

Регресійний аналіз отриманих даних дозволив одержати лінійні математичні моделі залежності продуктивності рослин *in vitro*



середньораннього сорту картоплі Невська залежно від взаємодії фоторежиму, кислотності живильного середовища (табл. 2).

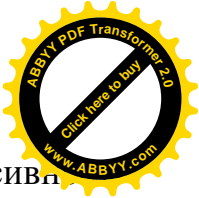
2. Рівняння регресії залежності показників продуктивності рослин *in vitro* середньораннього сорту картоплі Невська від фотоперіоду (X_1), інтенсивності освітлення (X_2), рН живильного середовища (X_3), 2013-2014 рр.

Показник	Вид рівняння
Маса середньої мікробульби, мг	$Y = -1235,69 + 40,09X_1 + 0,11X_2 + 174,88X_3$
Маса мікробульб на рослину, мг	$Y = -1444,45 + 29,34X_1 + 0,15X_2 + 207,38X_3$
Вихід мікробульб масою понад 350 мг, %	$Y = -186,39 + 6,15X_1 + 0,016X_2 + 23,13X_3$
Кількість рослин, що утворили мікробульби, %	$Y = -109,73 + 1,4X_1 + 0,0277X_2 + 20,88X_3$

Собівартість однієї мікробульби за застосування 16-годинного освітлення зростає на 13,0 % у порівнянні з 10-годинним в середньому за фактором (табл. 3).

3. Економічна ефективність вирощування мікробульб картоплі середньораннього сорту Невська в культурі *in vitro* залежно від фотоперіоду та кислотності живильного середовища, 2013-2014 рр.

Фотоперіод, год.	Інтенсивність освітлення, лк	рН живильного середовища (С)	Кількість мікробульб на одну рослину, шт.	Собівартість, грн/мікр.	Рентабельність, %
10	1500	4,8	0,56	10,71	49
		4,3	0,31	19,68	-19
		5,3	0,46	13,48	19
	2500	4,8	0,83	7,65	109
		4,3	0,60	10,75	49
		5,3	0,84	7,80	105
16	1500	4,8	0,45	14,00	14
		4,3	0,50	12,80	25
		5,3	0,74	8,78	82
	2500	4,8	0,77	8,64	85
		4,3	0,72	9,38	71
		5,3	0,93	7,37	117



За використання під час культивування рослин *in vitro* інтенсивності освітлення 2500 лк собівартість знижувалась на 35,1 %, а за рН живильного середовища 5,3 вона була на 8,7 та 28,9 % нижчою, ніж за рН 4,8 та 4,3.

Висновки

Максимальні показники продуктивності рослин *in vitro* середньораннього сорту картоплі Невська отримані за 16-годинного фотоперіоду, інтенсивності освітлення 2500 лк та рН живильного середовища 5,3: інтенсивність бульбоутворення – 92,5 %, маса середньої мікробульби – 669,8 мг, маса мікробульб на одну рослину – 619,0 мг, кількість мікробульб масою понад 350,0 мг – 80 %, собівартість мікробульби – 7,37 грн. за рентабельності виробництва 117 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Биотехнологические методы получения и оценки оздоровленного картофеля: методические рекомендации / [Л. Н. Трофимец, В. Б. Бойко, Т. В. Зейрук и др.]. – М: ВО «Агропромиздат», 1988. – 37 с.
2. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навчальний посібник / [В. О. Ушкаренко, В. Л. Нікіщенко, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхін]. – Херсон : Айлант, 2008. – 272 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов . – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Клональное микроразмножение растений [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / О. А. Тимофеева, Ю. Ю. Невмержицкая. – Казань: Казанский университет, 2012. – 56 с. – Режим доступа: <http://kpfu.ru/portal/docs/F842595683/KLONALNOE.MIKRORAZMNOZHENIE.pdf>. – Загл. с экрана.
5. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / [В. С. Куценко, А. А. Осипчук, А. А. Подгаєцький та ін.] // Ін-т картоплярства. – Немішаєве, 2002. – 183 с.



6. Оптимизация приемов оздоровления, размножения и защ
семенного картофеля от вирусной инфекции: метод. указания / БелНИИЗР. –
Минск, 1996. – 16 с.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*
ПРИ РАЗЛИЧНОЙ КИСЛОТНОСТИ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ И
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ФОТОПЕРИОДА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ**

Ю. О. Лавриненко, Г. С. Балашова

Аннотация. Изучено влияние физических факторов культивирования на микроклональное размножение оздоровленного в культуре *in vitro* исходного материала картофеля. Максимальные показатели продуктивности обеспечивает культивирование при 16-часовом фотопериоде, интенсивности освещения 2500 лк и рН питательной среды 5,3.

Ключевые слова: культура *in vitro*, микроклональное размножение, фотопериод, интенсивность освещения, кислотность, продуктивность, микроклубни

**PRODUCTIVITY OF POTATO PLANTS *IN VITRO* UNDER DIFFERENT
LEVELS OF ACIDITY OF THE NUTRITION ENVIRONMENT
AND THE PHOTOPERIOD OF CULTIVATION**

Yu. Lavrynenko, G. Balashova

Abstract. The paper analyzes the impact of physical factors of cultivation on microclonal reproduction of the potato propagation material improved *in vitro*. The maximum indices of plant productivity *in vitro* of the medium early variety Nevska were obtained under 16 hours' photoperiod, light intensity of 2500 lux and pH of the nutrition environment – 5,3.

Key words: *in vitro* culture, microclonal reproduction, photoperiod, light intensity, acidity, productivity, microbulbs