

УДК 631.53.01:633.491

© 2017

Г.С. Балашова,

доктор сільсько-  
господарських наук

Ю.О. Лавриненко,

член-кореспондент НААН,  
доктор сільсько-  
господарських наук

Б.С. Котов

Інститут зрощуваного  
землеробства НААН**ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ САХАРОЗИ  
ТА ФІТОГОРМОНІВ НА ПРОЦЕС  
БУЛЬБОУТВОРЕННЯ КАРТОПЛІ  
В КУЛЬТУРІ СТОЛОНІВ *IN VITRO***

**Мета.** Визначити оптимальні технологічні способи, що впливають на підвищення інтенсивності бульбоутворення картоплі ранньостиглого сорту Кобза в культурі стolonів *in vitro*. **Методи.** Комплексне використання лабораторного, математико-статистичного, розрахунково-порівняльного методів і системного аналізу. **Результати.** Наведено експериментальні дані щодо впливу концентрації сахарози та фітогормону в живильному середовищі на індукцію бульбоутворення за розмноження картоплі в культурі стolonів *in vitro*. **Висновки.** Максимальна продуктивність і віддача капіталовкладень при визначенні оптимальних елементів технології вирощування мікробульб ранньостиглого сорту картоплі Кобза в культурі стolonів *in vitro* сформована за додавання до живильного середовища 80 г/л сахарози та 0,5 мг/л кінетину: маса середньої мікробульби — 53,2 мг, кількість стolonів, що утворили мікробульби — 87% за собівартості мікробульби — 2,49 грн і рентабельності виробництва 141%.

**Ключові слова:** культура стolonів *in vitro*, бульбоутворення, кількість стolonів, висота рослин, сахароза, кінетин, живильне середовище, маса мікробульб.

Біотехнології широко розвиваються в різних напрямках, розроблено ефективні заходи боротьби з вірусними хворобами в насінництві картоплі [1–4]. Рекомендовано методи оздоровлення картоплі за допомогою культури меристеми, продуктивні способи культивування і клонального мікророзмноження рослин, високочутливі імунологічні [5–7] та ПЛР-методи діагностики вірусів. Учені працюють над створенням вірусостійких сортів за допомогою генної інженерії [8], клітинних і тканинних технологій [9–12].

Процес бульбоутворення *in vitro* можна регулювати за допомогою ряду ендо- та екзогенних чинників (надлишку асимілянтів,

гормонального стану рослин, температурного режиму, фотоперіоду, інтенсивності освітлення, рН і складу живильного середовища), що є основою для отримання високоякісного матеріалу у первинному насінництві картоплі.

Істотно поліпшує ріст рослин *in vitro* додавання до середовища регуляторів росту (ауксинів, цитокінінів, гіберелінів, абсцизової кислоти, етилену). Для культивування рослин *in vitro* особливе значення мають перші 3 групи речовин.

До групи цитокінінів входять: аденін, кінетин, БАП, зеатин та ін. Синтезуються цитокініни у рослинах, в основному, в коренях. Установлено підвищення інтенсивності

бульбоутворення за культивування рослин на середовищі з умістом цитокинінів, зокрема кінетину, який активізує включення амінокислот у поліпептидний ланцюг і цим зумовлює інтенсивніший біосинтез білка та посилене ділення клітин. Особливе значення при цьому має концентрація фітогормону в поживному середовищі [13]. Від концентрації та співвідношення біологічно активних речовин у рослині залежить початок та інтенсивність стolonо- та бульбоутворення. Така сама закономірність характерна і стосовно біологічно активних речовин, що використовуються рослинами з живильного середовища.

Для кращого розвитку рослин *in vitro* слід використовувати в середовищі сахарозу як джерело вуглеводного живлення. Концентрація сахарози — чинник стolonо- і бульбоутворення та накопичення маси мікробульби.

**Мета досліджень** — вивчення впливу концентрації сахарози та фітогормонів на процес бульбоутворення ранньостиглого сорту картоплі Кобза в культурі стolonів *in vitro* для збільшення обсягу виробництва вихідного оздоровленого садивного матеріалу.

**Матеріали і методика досліджень.** В умовах мікронаціональної лабораторії проведено дослід, у якому вивчали 2 чинники: А — концентрацію сахарози (6, 8 та 16%) і В — уміст кінетину (0,5; 1,0 та 2,5 мг/л).

На 20-й день культивування з живців рослин *in vitro* картоплі сорту Кобза, які вирощували на живильному середовищі Murashige, Skoog (МС) з умістом цукру 6% і кінетину 0,5 мг/л, вилучали стolони та пересаджували на живильне середовище з умістом цукру 6, 8 та 16% і кінетину — 0,5; 1,0 і 2,5 мг/л. Вирощування мікробульб проводили за температури 20–22°C та розсіяного освітлення.

Дослідження виконували згідно із загальноприйнятими методиками. Для отримання вихідних оздоровлених біотехнологічним методом рослин картоплі *in vitro* застосовували метод термо-хемотерапії у поєднанні з культурою апікальних меристем згідно з методичними рекомендаціями [14–17]. Експерименти проводили за загальноприйнятими методиками [18]. Економічну ефективність виробництва оздоровленого вихідного матеріалу в культурі *in vitro*

### 1. Вплив концентрації сахарози та фітогормонів на бульбоутворення в культурі стolonів *in vitro* ранньостиглого сорту картоплі Кобза

Концентрація сахарози, %	Уміст кінетину, мг/л	Показники росту та розвитку рослин на добу					Маса середньої мікробульби, мг	Маса мікробульб на 1 стolon, мг	Кількість стolonів, що утворили мікробульби, %
		20-ту			40-ву				
		висота пагонів, см	кількість стolonів, що утворили мікробульби, %	кількість стolonів, що утворили пагони, %	висота пагонів, см	кількість стolonів, що утворили мікробульби, %			
6	0,5	3,6	23,0	86,6	3,7	73,3	48,8	42,1	80
	1,0	3,2	26,7	66,7	3,3	53,3	41,5	24,9	60
	2,5	2,9	20,0	70,0	2,9	46,7	51,3	25,7	50
8	0,5	1,6	46,7	56,7	2,5	56,7	53,2	42,5	87
	1,0	3,3	33,3	73,3	4,2	46,7	61,0	42,7	70
	2,5	3,1	26,7	60,0	3,2	43,3	49,2	32,8	60
16	0,5	0,95	13,3	40,0	1,2	50,0	48,8	29,3	60
	1,0	0,9	36,7	30,0	0,9	60,0	31,1	19,7	63
	2,5	0,45	23,3	23,3	0,6	43,3	35,2	17,6	50
Індекс множинної кореляції (R)							0,623	0,761	0,813
HIP <sub>05</sub> А							4,8	4,2	
В							5,9	5,3	

**2. Коефіцієнти (r) кореляційної залежності показників економічної ефективності та продуктивності в культурі стolonів *in vitro* ранньостиглого сорту картоплі Кобза від концентрації сахарози та фітогормонів**

Показник	Концентрація сахарози, %	Уміст кінетину, мг/л
Маса, мг: середньої мікробульби	-0,597±0,138	-0,178±0,169
мікробульб на 1 стolon	-0,576±0,140	-0,498±0,149
Кількість стolonів, що утворили мікробульби, %	-0,339±0,161	-0,738±0,116
Собівартість, грн/мікробульбу	0,606±0,136	0,702±0,122
Рентабельність, %	-0,564±0,142	-0,677±0,126

розраховували, виходячи з фактичної собівартості мікробульб згідно з технологічними картами.

**Результати досліджень.** Спостереження свідчать, що вміст сахарози та кінетину значно впливав на висоту рослин. Так, уже на 20-й день після пересаджування, за вмісту 60 та 80 г/л сахарози висота рослин у середньому становила 3,2; 2,7 см, водночас як за застосування 160 г/л — лише 0,8 см. Кількість стolonів, що сформували мікробульби, була вищою за застосування 80 г/л сахарози, і становила, в середньому 35,6%, що перевищувало інші варіанти на 12,4 та 11,2% (табл. 1). Водночас найбільша кількість стolonів, що утворили пагони, сформувалася за застосування 60 г/л сахарози і в середньому перевищила інші варіанти на 11,1 та 43,3%.

На 40-й день культивування висота рослин залишалася незмінною. Водночас кількість стolonів, що утворили мікробульби, збільшувалася за концентрації сахарози 60 г/л і становила в середньому 57,8%, перевищуючи інші варіанти досліду на 8,9 та 6,7%.

Щодо кількості кінетину, то слід зазначити, що цей чинник також впливав на показники накопичення продуктивності рослинами. Так, на 20-й день культивування за застосування 1 мг/л кінетину висота рослин у середньому була більшою порівняно з концентрацією 0,5 та 2,5 мг/л на 13,6 та

19% відповідно. За концентрації кінетину в живильному розчині 1 мг/л кількість стolonів, що утворили мікробульби, була найвищою і становила у середньому 32,2%, це перевищувало інші варіанти на 4,5 та 8,9%. Кількість стolonів, що утворили пагони залежно від концентрації кінетину 0,5; 1,0 та 2,5 мг/л, становила відповідно 61,1; 56,7 та 51,1%.

На 40-й день культивування висота рослин, залежно від умісту кінетину в живильному середовищі, залишалася незмінною, але кількість стolonів, які утворили мікробульби, була найвищою за концентрації кінетину 0,5 мг/л на 6,7 та 15,6%.

Наприкінці вегетації виявлено середню кореляційну залежність маси мікробульби ( $R=0,623$ ) та сильну — маси мікробульб на 1 стolon ( $R=0,761$ ) і кількості стolonів, що утворили мікробульби ( $R=0,813$ ) від взаємодії досліджуваних чинників (табл. 2).

У середньому за чинником маса середньої мікробульби була найвищою за вмісту 60 та 80 г/л сахарози і становила 47,2 та 54,5 мг, що перевищувало варіанти із застосуванням концентрації 160 г/л на 22,9 та 41,9%, відповідно. Маса мікробульб на 1 стolon була найвищою (39,3 мг) за застосування 80 г/л сахарози, що вище, ніж за інших варіантів на 8,4 та 17,1 мг. Слід зазначити про середній обернений парний взаємозв'язок між концентрацією сахарози в живильному середовищі та продуктивністю рослин, тобто зі збільшенням вмісту сахарози знижується маса середньої мікробульби

**3. Рівняння регресії залежності показників бульбоутворення в культурі стolonів *in vitro* ранньостиглого сорту картоплі Кобза від концентрації сахарози ( $X_1$ ) та вмісту кінетину в живильному середовищі ( $X_2$ )**

Показник	Вид рівняння
Маса, мг: середньої мікробульби	$Y=61,17-1,21X_1-1,83X_2$
мікробульб на стolon	$Y=50,37-1,23X_1-5,42X_2$
Кількість стolonів, що утворили мікробульби, %	$Y=87,44-0,93 X_1-10,28X_2$

**4. Економічна ефективність вирощування мікробульб картоплі ранньостиглого сорту Кобза в культурі стolonів *in vitro* залежно від концентрації сахарози та вмісту кінетину в живильному середовищі**

Концентрація сахарози, %	Уміст кінетину, мг/л	Кількість мікробульб на рослину, шт.	Витрати на одну рослину, грн	Собівартість, грн/мікробульбу	Умовний чистий прибуток, грн/мікробульбу	Рентабельність, %
6	0,5	0,80	2,08	2,60	3,40	131
	1,0	0,60	2,11	3,52	2,48	71
	2,5	0,50	2,24	4,48	1,52	34
8	0,5	0,87	2,17	2,49	3,51	141
	1,0	0,70	2,20	3,14	2,86	91
	2,5	0,60	2,32	3,87	2,13	55
16	0,5	0,60	2,53	4,22	1,78	42
	1,0	0,63	2,56	4,06	1,94	48
	2,5	0,50	2,68	5,36	0,64	12

( $r=-0,597\pm 0,138$ ), маса мікробульб на стolon ( $r=-0,576\pm 0,140$ ) та кількість стolonів, що утворили мікробульби ( $r=-0,339\pm 0,161$ ).

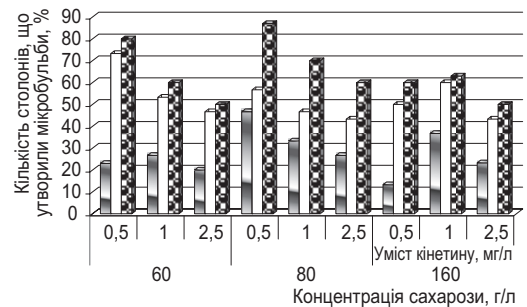
Стосовно вмісту фітогормону в живильному середовищі, то слід зазначити, що концентрація кінетину також має вплив на формування продуктивності рослин у культурі стolonів *in vitro* ранньостиглого сорту картоплі Кобза. Зокрема, сильний обернений зв'язок виявлено між концентрацією кінетину та кількістю стolonів, що утворили мікробульби ( $r=-0,738\pm 0,116$ ). Зі зменшенням вмісту кінетину до 0,5 мг/л у живильному середовищі їх кількість збільшується на 11,4 та 22,4%, порівняно з концентрацією 1 та 2,5 мг/л, відповідно. Дещо менше впливає кінетин на формування маси мікробульб на один стolon ( $r=-0,498\pm 0,148$ ), вона була більшою за застосування 0,5 мг/л кінетину і перевищувала інші варіанти на 8,9 та 12,6 мг. Концентрація кінетину у живильному середовищі практично не впливала на накопичення маси мікробульби ( $r=-0,178\pm 0,169$ ).

Наприкінці вегетації максимальна кількість стolonів, що сформували мікробульби, в середньому за чинниками була за застосування 80 г/л сахарози та 0,5 мг/л кінетину (рисунок).

Регресійний аналіз отриманих даних дав змогу одержати лінійні математичні моделі залежності продуктивності рослин картоплі

ранньостиглого сорту Кобза в культурі стolonів *in vitro* від концентрації сахарози та вмісту кінетину в живильному середовищі (табл. 3).

Розрахунки економічної ефективності вирощування мікробульб ранньостиглого сорту картоплі Кобза в культурі стolonів *in vitro* залежно від досліджуваних чинників свідчать, що собівартість однієї мікробульби в середньому за використання живильного середовища з умістом сахарози 8% на 10,2 та 30,3% нижча, ніж за 6 та 16%, відповідно; з умістом кінетину 0,5 мг/л — на 13,2 та 32,2% нижча, ніж за використання 1 та 2,5 мг/л, відповідно (табл. 4). Таку саму залежність виявлено і за рівнем рентабельності.



**Бульбоутворення в культурі стolonів *in vitro* ранньостиглого сорту картоплі Кобза залежно від концентрації сахарози та вмісту кінетину в живильному середовищі: ■ — 20-й день; □ — 40-й день; ▨ — збирання**

## Висновки

Максимальна продуктивність і віддача капіталовкладень за визначення оптимальних елементів технології вирощування мікробульб ранньостиглого сорту картоплі Кобза в культурі стolonів *in vitro* сформована за додавання до живильного

середовища 80 г/л сахарози та 0,5 мг/л кінетину: маса середньої мікробульби — 53,2 мг, кількість стolonів, що утворили мікробульби, — 87% за собівартості мікробульби 2,49 грн і рентабельності виробництва 141%.

## Бібліографія

1. *Внедрение системы семеноводства картофеля на оздоровленной основе в Республике Татарстан*/Ф.Ф. Замалиева, Г.Ф. Сафиуллина, Р.Р. Назмиева [и др.]//Картофелеводство в регионах России: актуальные проблемы науки и практики. — М.: ВНИИКС, 2006. — С. 167–181.
2. *Семеноводство* — на оздоровленную меристемную основу/Р.Г. Гареев, Ф.Ф. Замалиева, А.С. Зайнулина [и др.]//Картофель и овощи. — 2001. — № 1. — С. 9–10.
3. *Оптимизация приемов оздоровления, размножения и защиты семенного картофеля от вирусной инфекции: метод. указания.* — Минск: БелНИИЗР, 1996. — 16 с.
4. *Almasi A. Photosynthetic alteration of virus infected plants*/A. Almasi, A. Harsanyi, R. Gaborjanyi//Acta Phytopathol Acad. — 2001. — V. 36. — № 1–2. — P. 15–29.
5. *Возможности использования иммунохроматографических тест-систем для диагностики вирусов картофеля*/Д.В. Кравченко, А.И. Усков, Ю.А. Варицев [и др.]//Картофелеводство: сб. науч. тр.: материалы координац. совещ. и науч.-практ. конф., посвящ. 120-летию со дня рождения А.Г. Лорха/РАСХН, ВНИИКС; под ред. Е.А. Симакова. — М., 2009. — С. 208–213.
6. *Совершенствование вирусологического контроля в процессе формирования и поддержания банка здоровых сортов картофеля*/Б.В. Анисимов, Е.В. Овэс, О.В. Топишева [и др.]//Там же. — М., 2009. — С. 188–192.
7. *Сологуб А.С. Способ биохимической идентификации сортов картофеля*/А.С. Сологуб, П.А. Мельник//Там же. — М., 2009. — С. 178–182.
8. *Агробактериальная трансформация сортов картофеля украинской селекции CRY-генами, обеспечивающими устойчивость к насекомым-вредителям*/В.Н. Жук, Т.Н. Олийнык, А.И. Емец [и др.]//Картофелеводство: сб. науч. тр. — Минск, 2008. — Т. 14. — С. 67–73.
9. *Хал Р. Биотехнология с.-х. растений*/Р. Хал; пер. с англ. — М.: Агропромиздат, 1998. — 498 с.
10. *Awan A.R. In vitro elimination of potato leaf roll polerovirus from potato varieties*/A.R. Awan, S.M. Mughal//European J. of Scientific Research. — 2007. — V. 18. — № 1. — P. 155–164.
11. *Differential organ infection studies, potyvirus elimination and field performance of virus-free garlic plants produce by tissue culture*/R. Ramirez-Malagon, L. Perez-Moreno, A. Borodanenko et al.//Plant Cell Tiss Organ Cult. — 2006. — V. 86. — P. 103–110.
12. *Skoog F. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured in vitro*/F. Skoog, C.O. Miler//In The Biological Action of Growth Substances: symposia of Societi for Experimental Biologi. — Cambridge: Cambridge University Press, 1957. — № 11. — P. 118–153.
13. *Биотехнологические методы получения и оценки оздоровленного картофеля: метод. реком.; подгот.: Л.Н. Трофимец, В.Б. Бойко, Т.В. Зейрук [и др.].* — М., 1988. — 37 с.
14. *Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею; підгот.: В.С. Куценко, А.А. Осипчук, А.А. Подгаецький [та ін.]*/Ін-т картоплярства. — Немішаєве, 2002. — 183 с.
15. *Оздоровлення картоплі в культурі in vitro: науково-методичні рекомендації; підгот.: Р.А. Вожегова, Ю.О. Лавриненко, Г.С. Балашова [та ін.]*/Ін-т зрощ. землероб. — Херсон, 2013. — 20 с.
16. *Оптимизация приемов оздоровления, размножения и защиты семенного картофеля от вирусной инфекции: метод. реком.* — Минск: БелНИИЗР, 1996. — 16 с.
17. *Биотехнологические методы получения и оценки оздоровленного картофеля: метод. реком.; подгот.: Л.Н. Трофимец, В.Б. Бойко, Т.В. Зейрук [и др.].* — М., 1988. — 37 с.
18. *Методика польових і лабораторних досліджень на зрощуваних землях*/Р.А. Вожегова, Ю.О. Лавриненко, М.П. Малярчук та ін.; за ред. Р.А. Вожегової. — Херсон: Ін-т зрощ. землероб., 2014. — 286 с.

Надійшла 7.04.2017.