

DOI: 10.32636/01308521.2026-(80)-1-8

Оригінальна наукова стаття

УДК 635.21:631.53:58.085

**ОСОБЛИВОСТІ БУЛЬБОУТВОРЕННЯ
КАРТОПЛІ СОРТУ СЛАУТА В УМОВАХ *IN VITRO*****Т. М. Купріянова, Н. В. Макарьчук, В. М. Мирончук**

Інститут картоплярства НААН
вул. Ярослава Мудрого, 22,
с. Немішасьве, Бучанський р-н,
Київська обл., 07853

Про авторів:

Тетяна КУПРІЯНОВА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-1039-9348

Наталія МАКАРЧУК,
молодший науковий співробітник
ORCID: 0000-0001-6852-0959

Валентина МИРОНЧУК,
молодший науковий співробітник
ORCID: 0009-0003-9541-6665

Для листування:

Тетяна КУПРІЯНОВА
e-mail: kyptm@meta.ua

Інформація про фінансування:

Національна академія
аграрних наук України

Отримано:
14 липня 2026 р.
Погоджено до друку:
1 вересня 2026 р.
Опубліковано:
30 вересня 2026 р.

В умовах лабораторного дослідження передбачали вивчення за короткого дня та відсутності освітлення впливу сахарози в кількості 3; 5; 6 і 8 %, а також в аналогічних умовах освітлення впливу кінетину (1; 1,75; 2,5 мг/л) і бензиламінопурину (1; 3; 5; 8 мг/л) на фоні 8 % сахарози на мікробульбоутворення. Впродовж 12 тижнів оцінювали терміни бульбоутворення та відносну кількість продуктивних рослин. За відсутності освітлення на безгормональному живильному середовищі мікробульби утворилися на 6-му тижні, за короткого дня – на 9-му тижні культивування. На безгормональному живильному середовищі фотоперіод був основним фактором, що визначав час ініціації мікробульб. В умовах короткого дня на живильних середовищах, що містили кінетин (1 мг/л) і бензиламінопурин (1 мг/л), мікробульби почали формуватися на першому тижні культивування. За відсутності освітлення на живильних середовищах з кінетином (1; 1,75; 2,5 мг/л) появу мікробульб відзначали на 2-му тижні, з бензиламінопурином (3 мг/л) – на 3-му тижні культивування. На фоні оптимальної концентрації сахарози (8 %) екзогенні цитокініни були основним фактором, що визначав час ініціації мікробульб. На фоні 8 % сахарози за відсутності освітлення кількість продуктивних рослин становила 45 %. В умовах короткого дня і відсутності освітлення з додаванням кінетину вона досягала 80–90 %, за відсутності освітлення з додаванням бензиламінопурину (5 мг/л) – 78 %. Для скорочення термінів індукції мікробульб і підвищення кількості продуктивних рослин потрібне поєднання кінетину (1; 1,75; 2,5 мг/л) або бензиламінопурину (5 мг/л) з оптимальною концентрацією сахарози (8 %) в умовах короткого дня або відсутності освітлення.

Ключові слова: картопля, рослини *in vitro*, фітогормони, кінетин, мікробульби, сахароза.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Купріянова Т. М., Макарьчук Н. В., Мирончук В. М., 2026

Features of tuber formation in the Slauta potato variety under *in vitro* conditions

Institute of Potato Research of
NAAS
22 Yaroslav Mudrogo str.,
Nemishaieve, Buchanskyi district,
Kyiv region, 07853

About authors:

Tetiana KUPRIANOVA
ORCID: 0000-0002-1039-9348

Nataliia MAKARCHUK
ORCID: 0000-0001-6852-0959

Valentyna MYRONCHUK
ORCID: 0009-0003-9541-6665

Corresponding author:
Tetiana KUPRIANOVA
e-mail: kyptm@meta.ua

Funding information:
National Academy
of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
July 14, 2026
Accepted:
September 1, 2026
Published:
September 30, 2026

The laboratory experiment was designed to study, under short-day conditions and in the absence of light, the effect of sucrose at 3, 5, 6, and 8%, as well as, under similar lighting conditions, the effect of kinetin (1, 1.75, 2.5 mg/L) and benzylaminopurine (1, 3, 5, 8 mg/L) against the background of 8% sucrose on microtuber formation. Over 12 weeks, the timing of tuber formation and the relative number of productive plants were assessed. In the absence of light on a hormone-free culture medium, microtubers formed in week 6, and under short-day conditions in week 9 of cultivation. On the hormone-free culture medium, the photoperiod was the main factor determining the time of microtuber initiation. Under short-day conditions on culture media containing kinetin (1 mg/L) and benzylaminopurine (1 mg/L), microtubers began to form in the first week of cultivation. In the absence of light on culture media with kinetin (1, 1.75, 2.5 mg/L), the appearance of microtubers was observed in week 2, and with benzylaminopurine (3 mg/L) in week 3 of cultivation. Against the background of the optimal sucrose concentration (8%), exogenous cytokinins were the main factor determining the time of microtuber initiation. Against the background of 8% sucrose in the absence of light, the number of productive plants was 45%. Under short-day conditions and in the absence of light with the addition of kinetin, it reached 80–90%, and in the absence of light with the addition of benzylaminopurine (5 mg/L), 78%. To shorten the microtuber induction period and increase the number of productive plants, kinetin (1, 1.75, 2.5 mg/L) or benzylaminopurine (5 mg/L) should be combined with the optimal sucrose concentration (8%) under short-day conditions or in the absence of light.

Keywords: potato, *in vitro* plants, phytohormones, kinetin, microtubers, sucrose.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Мікробульби картоплі є проміжною стадією між рослинами *in vitro* та мінібульбами. Це перше покоління бульб, отриманих із культури тканин, їх використовують для розв'язання проблем зберігання та пересадки ніжних рослин *in vitro* з асептичних умов у природні. Бульбоутворення картоплі – це високоскоординований процес, який перебуває під комплексним гормональним та вуглеводним контролем [18].

Слід зазначити, що процес бульбоутворення картоплі *in vitro* можна розділити на декілька етапів: утворення та ріст столонів, індукція бульбоутворення, ініціація та ріст бульб. Всі перелічені етапи – це поступові процеси. В окремих випадках утворення бульб *in vivo* та в

культурі *in vitro* етап утворення та росту столонів може бути відсутнім. Також бульби можуть утворюватися безпосередньо з бруньок надземних стебел та сформованих раніше бульб [7, 14].

Гормональне регулювання індукції та росту бульб можна відтворити в асептичній культурі *in vitro*. Відомі два способи індукції бульбоутворення *in vitro*: використання екзогенних фітогормонів; модифікація таких умов культивування, як фотоперіод, інтенсивність освітлення, і тим самим послідовна зміна ендогенного гормонального балансу стеблових живців. На практиці їх об'єднують для підвищення ефективності процесу [8]. У бульбоутворенні рослин картоплі беруть участь усі відомі фітогормони (ауксини,

гібереліни, абсцизини, цитокініни, а також етилен), що перебувають у динамічній рівновазі, особливість якої полягає у високій чутливості до впливу зовнішніх і внутрішніх хімічних та фізичних факторів.

Цитокініни загалом вважають стимуляторами ініціації та росту бульб. Вони стимулюють поділ клітин, гальмують їх подовження та сприяють розширенню, а також посилюють атракційну здатність органів. В умовах *in vitro* цитокініни стимулюють ініціацію бульб, скорочують терміни утворення, сприяють збільшенню кількості бульб [11]. Активність цих фітогормонів проявляється на найраніших етапах ініціації бульб. Встановлено, що для прискорення ініціації бульб присутність кінетину у живильному середовищі потрібна лише протягом перших 3–4 днів культивування. Додавання його до живильного середовища сприяє збільшенню кількості сформованих мікробульб. Бензиламінопурин (БАП) прискорює процес мікробульбоутворення та стимулює збільшення маси мікробульб [22].

У живильному середовищі для стимулюючої дії кінетину потрібна субоптимальна (5 %) та оптимальна (8 %) кількість сахарози [23].

Фотосинтетична активність рослин картоплі в культурі *in vitro* значно знижена. Тому сахароза в таких умовах є незамінним джерелом енергії та будівельним матеріалом для утворення нових клітин [3]. Ріст і розвиток рослин *in vitro* картоплі відбувається за низької концентрації сахарози (2–3 %). Для формування бульб потрібна більша кількість вуглеводів у живильному середовищі. Висока концентрація сахарози (6–8 %) стимулює ріст біомаси, індукує утворення мікробульб, а також підвищує вміст сухої речовини в мікробульбах [2].

Осмотичний тиск, що створюється сахарозою у живильному середовищі, слугує сигналом для індукції та росту мікробульб [15, 20]. З підвищенням її вмісту виявлено зміни в експресії генів, що реагують на гормональні сигнали, а також в

активності та співвідношенні ферментів, що беруть участь у синтезі крохмалю [1]. У процесі ініціації та росту бульб відбувається активний біосинтез крохмалю та його відкладення у вигляді крохмальних зерен в амілопластах клітин бульби.

Гормональний статус рослин значною мірою залежить від фотоперіоду. Встановлено, що закономірності морфогенетичного впливу світла на формування бульб однаковою мірою поширюються як на рослини картоплі *in vivo*, так і на рослини, що культивуються в асептичній культурі *in vitro* [21].

М. М. Khalil, А. М. Н. Abd El Aal, М. М. Samy [21], дослідивши бульбоутворення *in vitro* в умовах довгого (16/8 год) і короткого (8/16 год) дня, а також повної відсутності освітлення (0/24 год), показали, що за короткого дня відбувається найбільш інтенсивне формування мікробульб. У темряві та особливо за довгого дня вони фіксували зниження їх маси порівняно з коротким днем.

Е. V. Gülsün, Т. Ozsan та ін. [19] встановили позитивний вплив на бульбоутворення одночасного використання екзогенних фітогормонів та модифікації умов культивування рослин. Жасмонова кислота та споріднені з нею сполуки є нещодавно визнаними регуляторами росту рослин, і відомо, що вони впливають на багато фізіологічних процесів. Тому дослідження було спрямовано на визначення впливу метилжасмонату та сахарози на формування мікробульб при розмноженні картоплі. Для досягнення цієї мети досліджували взаємозв'язки між дванадцятьма комбінаціями середовищ, різними концентраціями сахарози (3; 6 та 9 %) окремо або в поєднанні з метилжасмонатом. Результати показали, що використання метилжасмонату в середовищі позитивно впливає на утворення мікробульб і може бути рекомендовано для комерційного використання в масовому виробництві.

Ю. О. Лавриненко, Г. С. Балашова, О. І. Котова [6] у своїх дослідженнях з

визначення оптимальних елементів технології вирощування мікробульб ранньостиглого сорту картоплі Кобза у культурі *in vitro* встановили, що кращі показники продуктивності та економічної ефективності забезпечує вирощування пробіркових рослин за температури 14–16 °C та інтенсивності освітленості 3000 лк. При цьому кількість мікробульб на одну рослину становить 1,2 шт., маса середньої мікробульби – 262,0 мг, маса мікробульб на одну рослину – 363,7 мг, кількість мікробульб масою понад 350,0 мг – 20,9 %, собівартість мікробульби – 5,31 грн за рентабельності 201 %.

За результатами досліджень Ю. О. Лавриненко, Г. С. Балашової, О. І. Котової [5], проведених для визначення оптимального поживного середовища, яке сприяє максимальному підвищенню продуктивності рослин *in vitro* для отримання мікробульб картоплі, встановлено, що кращим є варіант з температурним режимом 16–18 °C і концентрацією натрію молібденовокислого у рідкому поживному середовищі 0,30 мг/л: маса середньої мікробульби – 238,2 мг, маса мікробульб на 1 рослину – 251,2 мг, вихід мікробульб масою понад 300 мг – 21,9 %, інтенсивність бульбоутворення – 104,9 %.

Оптимальні умови для індукції бульб створюються у випадку, коли перед її початком в умовах короткого дня проводять попереднє культивування рослин за тривалого світлового фотоперіоду, щоб сформувати сприятливий рівень енергетичного розвитку листя та стебла.

А. Belguendouz, М. Kaide Harche, В. Benmahiouл [13] у своїх дослідженнях застосували відтворювану систему для двох сортів картоплі, які було оцінено за їх ростом та реакцією мікробульбоутворення на вплив типів живильного середовища та різних концентрацій активованого вугілля (АВ). Культивування на напівтвердому середовищі мало значний вплив на характеристики росту мікробульб картоплі.

Навпаки, рідке середовище збільшило кількість мікробульб, але розмір та маса залишалися низькими порівняно з іншими методами обробки. Усі варіанти з активованим вугіллям значно вплинули на процес мікробульбоутворення. Зокрема, більший розмір мікробульб отримано за 2 г/л АВ, тоді як вища концентрація АВ (10 г/л) стимулювала утворення більших мікробульб.

Екологічні фактори, вуглеводи та фітогормони визначають параметри бульбоутворення в культурі *in vitro*: кількість мікробульб, їх розмір і масу, а також динаміку процесу бульбоутворення. Серед них найменше вивчено комплексний вплив екзогенних та ендогенних факторів на динаміку бульбоутворення. Найчастіше автори робіт оцінювали вплив одного-двох факторів [12, 14, 17, 24, 25].

Таким чином, вивчення впливу зовнішніх і внутрішніх стимулів, а також їх взаємодії на перебіг процесів формування та росту мікробульб у часі є актуальним і має як теоретичне, так і практичне значення.

Метою роботи було дослідити динаміку утворення мікробульб картоплі (*Solanum tuberosum* L.) сорту Слаута в асептичній культурі *in vitro* залежно від умов освітлення та складу живильного середовища.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в відділі біотехнології та біотехнічних систем Інституту картоплярства НААН. Об'єктом дослідження були рослини *in vitro* картоплі (*Solanum tuberosum* L.) сорту Слаута. Сорт надранній, столового призначення. Урожайність: 25,0 т/га на 40–45 день після сходів, 50,0 т/га в кінці вегетації, на поливі – 70,0 т/га. Вміст крохмалю в бульбах 15,4 %. Споживчі якості 8,6 бала. Стійкий проти раку картоплі, золотистої цистоутворюючої картопляної нематоди, фітофторозу. Морфологічні ознаки: бульби округло-овальні, рожеві, м'якоть кремова, квітки червоно-фіолетові. Рекомендована зона вирощування: Лісостеп. Особливостями сорту є: надранне

формування товарного врожаю; придатний для вирощування двоурожайною культурою на Півдні України; висока стійкість до механічних пошкоджень бульб; висока польова стійкість проти вірусних хвороб; підвищена стійкість до потемніння м'якоті бульб. Створений в Інституті картоплярства НААН.

Вихідні рослини розмножували живцюванням *in vitro* на агаризованому середовищі Мурасіге і Скуга (МС) в модифікації Інституту картоплярства НААН. Культивували за температури 20–23 °С та 16/8-годинного (3000–5000 лк) фотоперіоду. При формуванні 5 міжвузлів рослини живцювали на одновузлові сегменти (з одним листком) і переносили на живильне середовище для бульбоутворення.

Ці середовища готували на основі агаризованого середовища МС, варіюючи вміст сахарози та фітогормонів, рН доводили до 5,74, автоклаували за 1 атм. протягом 35 хв. Досліди проводили в скляних пробірках (діаметром 1,5 см), в які висаджували по одній рослині. На першому етапі експерименту для нарощування біомаси живці протягом 2 тижнів культивували при довгому дні (16/8 год день/ніч) і температурі 20–23 °С. Далі їх переносили в умови короткого дня (8/16 год день/ніч) і відсутності освітлення (0/24 год день/ніч).

Спостереження за утворенням мікробульб проводили впродовж 12 тижнів. У дослідженні на безгормональному живильному середовищі оцінювали вплив фотоперіоду та концентрації сахарози. Контролем слугували рослини, висаджені на безгормональному живильному середовищі з низьким вмістом сахарози (3 %).

На живильному середовищі, що містило фітогормони, визначали вплив фотоперіоду, кінетину та БАП. Експеримент проводили за умови оптимальної концентрації сахарози (8 %). Досліджували вплив трьох концентрацій кінетину (1,0; 1,75 та 2,5 мг/л) та чотирьох концентрацій БАП (1,0; 3,0; 5,0; та 8,0 мг/л).

Контролем слугували рослини, висаджені на безгормональному живильному середовищі з високим вмістом сахарози (8 %).

У ході експерименту щотижня відзначали початок ініціації мікробульб у вигляді потовщень столонів або появи потовщень безпосередньо з бруньок стебел. Рослини з новоутвореною мікробульбою додавали з рослинами, що раніше сформували мікробульби, й обчислювали відносну кількість продуктивних рослин від загальної кількості висаджених живців на день проведення спостережень (у %). Продуктивними рослинами вважали зразки, що сформували як мінімум одну мікробульбу.

На безгормональному живильному середовищі в кожному варіанті досліджу було висаджено по 20 рослин, а на гормональному живильному середовищі – 40 рослин.

Всі обліки, аналізи та спостереження здійснювали згідно з «Методичними рекомендаціями щодо проведення досліджень з картоплею» та «Методикою дослідної справи» [4, 9, 10].

Статистичну обробку отриманих даних проводили з допомогою програми Microsoft Excel 2007 і Statistica 8.0. У табл. 2 наведено результати непараметричного тесту U-критерію Манна – Уїтні для незалежних вибірок з оцінки впливу фотоперіоду та концентрації фітогормонів на відносну кількість продуктивних рослин.

Результати та обговорення. У процесі культивування *in vitro* рослин сорту Слаута в умовах короткого дня і відсутності освітлення на живцях рослин з'являлися такі новоутворення: бульби, корені, етіольовані пагони. В умовах короткого дня одночасно росли рослини і формувалися мікробульби.

Ріст більшості (90 %) досліджуваних рослин на безгормональних і гормонівмісних живильних середовищах припинився до 10-го тижня культивування. Одночасно зупинився процес росту мікробульб. Надалі спостерігали

відмирання рослин і дозрівання мікробульб, що супроводжувалося зміною забарвлення шкірки та появою незначної шорсткості на їхній поверхні. Рослини на безгормональному живильному середовищі з оптимальним вмістом (8 %) сахарози почали відмирати на 1–2 тижні пізніше, ніж в інших варіантах дослідження. Ймовірно, пролонгований ріст і формування мікробульб пов'язані з високим (8 %) вмістом сахарози в живильному середовищі. Таким чином,

вегетація рослин і утворення мікробульб в асептичній культурі *in vitro* у надраннього сорту Слаута тривали до 12 тижнів залежно від складу живильного середовища та фотоперіоду.

В умовах відсутності освітлення на безгормональному живильному середовищі перші мікробульби з'явилися на 6-му тижні культивування живців (табл. 1). За короткого дня бульбоутворення починалося на 3 тижні пізніше.

1. Вплив концентрації сахарози та фотоперіоду на динаміку бульбоутворення сорту Слаута в умовах *in vitro*

Вміст сахарози, %	Фотоперіод	Період культивування, тиждень						
		6	7	8	9	10	11	12
		Кількість рослин, що утворили мікробульби, %						
3	8/16 год	0	0	0	25	25	25	25
3	0/24 год	5	5	5	5	5	5	5
5	8/16 год	0	0	0	30	30	30	30
5	0/24 год	10	20	20	25	25	25	25
6	8/16 год	0	0	0	25	25	25	25
6	0/24 год	30	30	30	30	30	30	30*
8	8/16 год	2	0	0	5	10	25	25
8	0/24 год	25	25	35	45	45	45	45*

* $p < 0,05$ (U-критерій Манна – Уїтні).

При культивуванні рослин сорту Слаута на безгормональному живильному середовищі в умовах короткого дня відносна кількість продуктивних рослин досягала 25–30 % і не залежала від концентрації сахарози. Це пов'язано з фотосинтетичною активністю рослин картоплі в культурі *in vitro*. На світлі вони здатні синтезувати вуглеводи, які своєю чергою виступають фактором індукції формування мікробульб. Тому в умовах короткого дня на безгормональному живильному середовищі стимуляція бульбоутворення не залежала від наявності екзогенних вуглеводів.

За відсутності освітлення відносна кількість продуктивних рослин збільшувалася у міру підвищення концентрації сахарози. За низького осмотичного тиску в живильному середовищі (концентрація сахарози 3 %) частота трансформації гормонального

статусу рослин під дією екзогенного екологічного чинника не перевищувала 5 %. Зміна концентрації сахарози з 3 до 8 % підвищувала відносну кількість продуктивних рослин з 5 до 45 %. На наш погляд, це можна пояснити відсутністю фотосинтетичної активності у рослин, вирощених в умовах повної темряви. За відсутності освітлення відносна кількість продуктивних рослин в експериментальних і контрольних варіантах вірогідно відрізнялася за концентрації сахарози 6 % ($p = 0,02$) і 8 % ($p = 0,014$).

Перші мікробульби на живильних середовищах, що містять окремо кінетин (1 мг/л) і БАП (1 мг/л), в умовах короткого дня з'явилися на 1-му тижні культивування живців картоплі. У темряві перші мікробульби виявлено на 2-му тижні культивування рослин, висаджених на живильних середовищах, що містять кінетин, незалежно від його концентрації.

За аналогічних умов на живильних середовищах, що містять БАП (3 мг/л), утворення бульб розпочалося на 3-му тижні культивування. У контрольних варіантах, в умовах короткого дня появу мікробульб відзначено на 9-му тижні, за відсутності освітлення – на 6-му тижні.

При культивуванні рослин сорту Слаута на середовищах, що містять кінетин та оптимальну кількість сахарози (8 %), в умовах короткого дня та відсутності освітлення відносна кількість продуктивних рослин досягала 80–90 %. На

всіх живильних середовищах, що містять кінетин, величина цього показника була вірогідно ($p < 0,05$) вищою, ніж у контролі. На живильних середовищах, що містять БАП, в умовах короткого дня та відсутності освітлення відносна кількість продуктивних рослин варіювала в межах 60–80 %. На всіх живильних середовищах з БАП в умовах короткого дня і за концентрації фітогормону 5 мг/л та відсутності освітлення вона була вірогідно ($p < 0,05$) вищою, ніж у контролі (табл. 2).

2. Вплив фотоперіоду та концентрації фітогормонів на відносну кількість продуктивних рослин (за тестом U-критерію Манна – Уїтні)

Варіант	N	U-критерій Манна – Уїтні	p – рівень значущості ($p < 0,05$)
Фотоперіод 8/16 год			
Контроль, 8 % сахарози	40	-	-
Концентрація кінетину 1 мг/л	40	170	0,0003
Концентрація кінетину 1,75 мг/л	40	160	0,0001
Концентрація кінетину 2,5 мг/л	40	150	0,00008
Концентрація БАП 1 мг/л	40	240	0,012
Концентрація БАП 3 мг/л	40	180	0,0005
Концентрація БАП 5 мг/л	40	220	0,004
Концентрація БАП 8 мг/л	40	220	0,004
Фотоперіод 0/24 год			
Контроль, 8 % сахарози	40	-	-
Концентрація кінетину 1 мг/л	40	240	0,012
Концентрація кінетину 1,75 мг/л	40	240	0,012
Концентрація кінетину 2,5 мг/л	40	230	0,007
Концентрація БАП 1 мг/л	40	300	0,11
Концентрація БАП 3 мг/л	40	330	0,27
Концентрація БАП 5 мг/л	40	270	0,04
Концентрація БАП 8 мг/л	40	330	0,27

При порівнянні відносної кількості продуктивних рослин, отриманих у контрастних умовах короткого дня та відсутності освітлення на живильних середовищах, що містять однакову кількість фітогормону, статистично значущих відмінностей не виявлено.

Висновки. Утворення мікробульб в асептичній культурі *in vitro* у надраннього сорту Слаута починалося в різні терміни залежно від складу живильного середовища та фотоперіоду і повністю завершувалося

до 12-го тижня культивування. На живильних середовищах, що містять окремо кінетин (1 мг/л) і БАП (1 мг/л) у поєднанні з 8 % сахарози, за короткого дня мікробульби отримано вже на 1-му тижні культивування живців картоплі.

На безгормональному живильному середовищі на терміни початку бульбоутворення рослин сорту Слаута впливав фотоперіод. При поєднанні в живильному середовищі фітогормонів та оптимальної концентрації сахарози (8 %) до 12-го тижня культивування.

час індукції бульб на рослинах сорту Слаута залежав від екзогенних цитокінінів (кінетин і БАП), фотоперіод не мав впливу на досліджуваний показник. Найбільш ефективними виявилися низькі концентрації фітогормонів (1 мг/л).

В умовах короткого дня на безгормональному живильному середовищі відносна кількість продуктивних рослин не залежала від екзогенних вуглеводів, а за відсутності освітлення концентрація сахарози в живильному середовищі визначала величину цього показника. За відсутності світла на безгормональному живильному середовищі поєднання двох факторів бульбоутворення: фотоперіоду та сахарози

впливало на відносну кількість продуктивних рослин. При культивуванні рослин сорту Слаута на живильному середовищі, що містить фітогормони та оптимальну кількість сахарози (8 %), відносна кількість продуктивних рослин перебувала під контролем цитокінінів.

Для скорочення термінів індукції мікробульб та підвищення відносної кількості продуктивних рослин в асептичній культурі *in vitro* потрібне поєднання екзогенних фітогормонів кінетину (1; 1,75; 2,5 мг/л) або БАП (5 мг/л) та оптимальної концентрації сахарози (8 %) в умовах культивування за короткого дня або відсутності освітлення.

Список використаної літератури

1. Балашова Г. С., Лавриненко Ю. О., Котов Б. С. Вплив концентрації сахарози та фітогормонів на процес бульбоутворення картоплі в культурі стolonів *in vitro*. *Вісник аграрної науки*. 2017. Т. 95, № 8. С. 51–55.
2. Вплив живильного середовища на індукцію бульбоутворення картоплі *in vitro* сортів різних груп стиглості / Г. С. Балашова та ін. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 133–136. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.28>.
3. Індукція бульбоутворення картоплі в культурі *in vitro* залежно від тривалості фотоперіоду та рівня азотного живлення / Г. С. Балашова та ін. *Аграрні інновації*. 2020. № 1. С. 74–78. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.12>.
4. Картоплярство: методика дослідної справи / за ред. А. А. Бондарчука, В. А. Колтунова. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2019. 652 с.
5. Лавриненко Ю. О., Балашова Г. С., Котова О. І. Вплив температури та інтенсивності освітлення на процеси бульбоутворення картоплі в культурі *in vitro*. *Зрошуване землеробство*. 2012. Вип. 57. С. 165–171.
6. Лавриненко Ю. О., Балашова Г. С., Котова О. І. Вплив температурного режиму культивування та концентрації мікросолей у живильному середовищі на бульбоутворення картоплі в культурі *in vitro*. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2017. Вип. 98. С. 82–88.
7. Лавриненко Ю. О., Балашова Г. С., Котова О. І. Культивування рослин картоплі *in vitro* за мікроклонального розмноження. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 11. С. 43–47.
8. Мацкевич В. В., Подгаєцький А. А., Філіпова Л. М. Мікроклональне розмноження окремих видів рослин (протоколи технологій) : наук.-практ. посіб. Біла Церква : БНАУ, 2019. 85 с.

References

1. Balashova H. S., Lavrynenko Yu. O., Kotov B. S. Influence of sucrose concentration and phytohormones on the process of potato tuber formation in stolon culture *in vitro*. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2017. Vol. 95, no. 8. P. 51–55.
2. The influence of the nutrient medium on the induction of potato tuber formation *in vitro* of varieties of different maturity groups / H. S. Balashova et al. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2019. Issue 71. P. 133–136. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.28>.
3. Induction of potato tuber formation in *in vitro* culture depending on the duration of the photoperiod and the level of nitrogen nutrition / H. S. Balashova et al. *Ahrarni innovatsii*. 2020. No. 1. P. 74–78. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.12>.
4. Potato growing: methods of research / za red. A. A. Bondarchuka, V. A. Koltunova. Vinnytsia : TOV «TVORY», 2019. 652 p.
5. Lavrynenko Yu. O., Balashova H. S., Kotova O. I. The influence of temperature and light intensity on the processes of potato tuber formation in *in vitro* culture. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2012. Issue 57. P. 165–171.
6. Lavrynenko Yu. O., Balashova H. S., Kotova O. I. The Effect of Cultivation Temperature and Microsalt Concentration in the Culture Medium on Potato Tuber Formation in *In Vitro* Culture. *Tavriyskyi naukovyi visnyk. Serii: Silskohospodarski nauky*. 2017. Issue 98. P. 82–88.
7. Lavrynenko Yu. O., Balashova H. S., Kotova O. I. Cultivation of potato plants *in vitro* by microclonal propagation. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2016. No. 11. P. 43–47.
8. Matskevych V. V., Podhaietskyi A. A., Filipova L. M. Microclonal propagation of certain plant species (technology protocols) : a scientific and practical guide. Bila Tserkva : BNAU, 2019. 85 p.

9. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею. Немішаєве : Інтас, 2002. 182 с.

10. Оздоровлення картоплі в культурі *in vitro* : наук.-метод. рек. / підгот. Р. А. Вожегова та ін. ; Ін-т зрош. землероб. Херсон, 2013. 20 с.

11. Трофічні та фітогормональні детермінанти онтогенезу *in vitro* / О. В. Мацкевич та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2022. Вип. 2 (48). С. 111–123. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.16>.

12. An academic and technical overview on plant micropropagation challenges / N. Abdalla et al. *Horticulturae*. 2022. No. 8. P. 1–28. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8080677>.

13. Belguendouz A., Kaide Harche M., Benmahioul B. Evaluation of different culture media and activated charcoal supply on yield and quality of potato microtubers grown *in vitro*. *Journal of Plant Nutrition*. 2021. 44 (14). P. 2123–2137. <https://doi.org/10.1080/01904167.2021.1881545>.

14. Chifetete V. W., Dames J. F. Mycorrhizal Interventions for Sustainable Potato Production in Africa. *Front. Sustain. Food Syst.* 2020. Vol. 4. P. 1–17. 593053. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.593053>.

15. Dobránszki J., Magyar-Tábori K., Hudák I. *In Vitro* Tuberization in Hormone-Free Systems on Solidified Medium and Dormancy of Potato Microtubers. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*. 2009. P. 83–91.

16. Elkazzaz A. Micropropagation of four potato cultivars *in vitro*. *Academia Journal of Agricultural Research*. 2015. Vol. 3 (9). P. 184–188. <https://doi.org/10.15413/ajar.2015.0145>.

17. Furrow-ridge mulching managements affect the yield, tuber quality and storage of continuous cropping potatoes / Y. Kang et al. *Plant, Soil and Environment*. 2020. No. 66 (11). P. 576–583. <https://doi.org/10.17221/316/2020-PSE>.

18. Influence of potato genotypes on “in vitro” production of microtubers / A. Nistor et al. *Romanian Biotechnological Letters*. 2010. Vol. 15, no. 3. P. 5317–5324.

19. In vitro micro tuber formation in potato (*Solanum tuberosum* L.): is there any Relation between Methyl Jasmonate, Sugars, and Explants? / E. V. Gülsün et al. *International Journal of Biotech Trends and Technology*. 2018. Vol. 8, issue 1. P. 1–8.

20. *In vitro* propagation and microtuberization of potato (*Solanum tuberosum* L.) Spunta variety in Lebanon / M. Dalleh et al. *Advances in Horticultural Science*. 2023. Vol. 37, no. 3. P. 243–253. <https://doi.org/10.36253/ahsc-13895>.

21. Khalil M. M., Abd El Aal A. M. H., Samy M. M. Growth Improvement of Potato Plants Produced from Tissue Culture. *Middle East journal of Agriculture Research*. 2016. Vol. 5, issue 4. P. 666–671.

22. Lohar P. S. Textbook of Biotechnology. Hawthorne, CA : MJF Publisher, 2019. 774 p.

9. Methodical recommendations for conducting research with potatoes. Nemishaieva : Intas, 2002. 182 p.

10. Improvement of potato in culture *in vitro* : nauk.-metod. rek. / pidhot. R. A. Vozhehova et al. ; In-t zrosh. zemlerob. Kherson, 2013. 20 p.

11. Trophic and phytohormonal determinants of ontogenesis *in vitro* / O. V. Matskevych et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii «Ahronomiia i biolohiia»*. 2022. Issue 2 (48). P. 111–123. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.16>.

12. An academic and technical overview on plant micropropagation challenges / N. Abdalla et al. *Horticulturae*. 2022. No. 8. P. 1–28. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8080677>.

13. Belguendouz A., Kaide Harche M., Benmahioul B. Evaluation of different culture media and activated charcoal supply on yield and quality of potato microtubers grown *in vitro*. *Journal of Plant Nutrition*. 2021. 44 (14). P. 2123–2137. <https://doi.org/10.1080/01904167.2021.1881545>.

14. Chifetete V. W., Dames J. F. Mycorrhizal Interventions for Sustainable Potato Production in Africa. *Front. Sustain. Food Syst.* 2020. Vol. 4. P. 1–17. 593053. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.593053>.

15. Dobránszki J., Magyar-Tábori K., Hudák I. *In Vitro* Tuberization in Hormone-Free Systems on Solidified Medium and Dormancy of Potato Microtubers. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*. 2009. P. 83–91.

16. Elkazzaz A. Micropropagation of four potato cultivars *in vitro*. *Academia Journal of Agricultural Research*. 2015. Vol. 3 (9). P. 184–188. <https://doi.org/10.15413/ajar.2015.0145>.

17. Furrow-ridge mulching managements affect the yield, tuber quality and storage of continuous cropping potatoes / Y. Kang et al. *Plant, Soil and Environment*. 2020. No. 66 (11). P. 576–583. <https://doi.org/10.17221/316/2020-PSE>.

18. Influence of potato genotypes on “in vitro” production of microtubers / A. Nistor et al. *Romanian Biotechnological Letters*. 2010. Vol. 15, no. 3. P. 5317–5324.

19. In vitro micro tuber formation in potato (*Solanum tuberosum* L.): is there any Relation between Methyl Jasmonate, Sugars, and Explants? / E. V. Gülsün et al. *International Journal of Biotech Trends and Technology*. 2018. Vol. 8, issue 1. P. 1–8.

20. *In vitro* propagation and microtuberization of potato (*Solanum tuberosum* L.) Spunta variety in Lebanon / M. Dalleh et al. *Advances in Horticultural Science*. 2023. Vol. 37, no. 3. P. 243–253. <https://doi.org/10.36253/ahsc-13895>.

21. Khalil M. M., Abd El Aal A. M. H., Samy M. M. Growth Improvement of Potato Plants Produced from Tissue Culture. *Middle East Journal of Agriculture Research*. 2016. Vol. 5, issue 4. P. 666–671.

23. Mohamed A. E. Somaclonal variation in micro-propagated strawberry detected at the molecular level. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2007. Vol. 9, no. 5. P. 721–725.

24. Potato protein: An emerging source of high quality and allergy free protein, and its possible future based products / M. Hussain et al. *Food Research International*. 2021. Vol. 148. 110583. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110583>.

25. Wild relatives of potato may bolster its adaptation to new niches under future climate scenarios / N. Fumia et al. *Food Energy Secur.* 2022. 11. P. 1–15. <https://doi.org/10.1002/fes3.360>.

22. Lohar P. S. Textbook of Biotechnology. Hawthorne, CA : MJP Publisher, 2019. 774 p.

23. Mohamed A. E. Somaclonal variation in micro-propagated strawberry detected at the molecular level. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2007. Vol. 9, no. 5. P. 721–725.

24. Potato protein: An emerging source of high quality and allergy free protein, and its possible future based products / M. Hussain et al. *Food Research International*. 2021. Vol. 148. 110583. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110583>.

25. Wild relatives of potato may bolster its adaptation to new niches under future climate scenarios / N. Fumia et al. *Food Energy Secur.* 2022. 11. P. 1–15. <https://doi.org/10.1002/fes3.360>.