



**VOL 2, No 53 (53) (2020)**

**The scientific heritage**

(Budapest, Hungary)

The journal is registered and published in Hungary.

The journal publishes scientific studies, reports and reports about achievements in different scientific fields.

Journal is published in English, Hungarian, Polish, Russian, Ukrainian, German and French.

Articles are accepted each month.

Frequency: 24 issues per year.

Format - A4

**ISSN 9215 — 0365**

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

Edition of journal does not carry responsibility for the materials published in a journal.

Sending the article to the editorial the author confirms it's uniqueness and takes full responsibility for possible consequences for breaking copyright laws

**Chief editor:** Biro Krisztian

**Managing editor:** Khavash Bernat

- Gridchina Olga - Ph.D., Head of the Department of Industrial Management and Logistics (Moscow, Russian Federation)
- Singula Aleksandra - Professor, Department of Organization and Management at the University of Zagreb (Zagreb, Croatia)
- Bogdanov Dmitrij - Ph.D., candidate of pedagogical sciences, managing the laboratory (Kiev, Ukraine)
- Chukurov Valeriy - Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Biochemistry of the Faculty of Physics, Mathematics and Natural Sciences (Minsk, Republic of Belarus)
- Torok Dezso - Doctor of Chemistry, professor, Head of the Department of Organic Chemistry (Budapest, Hungary)
- Filipiak Pawel - doctor of political sciences, pro-rector on a management by a property complex and to the public relations (Gdansk, Poland)
- Flater Karl - Doctor of legal sciences, managing the department of theory and history of the state and legal (Koln, Germany)
- Yakushev Vasilij - Candidate of engineering sciences, associate professor of department of higher mathematics (Moscow, Russian Federation)
- Bence Orban - Doctor of sociological sciences, professor of department of philosophy of religion and religious studies (Miskolc, Hungary)
- Feld Ella - Doctor of historical sciences, managing the department of historical informatics, scientific leader of Center of economic history historical faculty (Dresden, Germany)
- Owczarek Zbigniew - Doctor of philological sciences (Warsaw, Poland)
- Shashkov Oleg - Candidate of economic sciences, associate professor of department (St. Petersburg, Russian Federation)

«The scientific heritage»

Editorial board address: Budapest, Kossuth Lajos utca 84,1204

E-mail: [public@tsh-journal.com](mailto:public@tsh-journal.com)

Web: [www.tsh-journal.com](http://www.tsh-journal.com)

# CONTENT

## AGRICULTURAL SCIENCES

|   |   |
|---|---|
| <i>Dubrovskaya N.</i><br>ADVANTAGE OF TANK COMPOSITIONS OF<br>FUNGICIDES AND THEIR EFFECT ON THE CAUSATIVE<br>AGENT OF SMUT WHEAT ..... 3 | <i>Podhaietskyi A., Matskevich V., Filipova L.,<br/>Kravchenko N.</i><br>EXOGENOUS DETERMINANTS OF GROWTH OF<br>PAVLOVNA REGENERANT IN VITRO .....5 |
|---|---|

## BIOLOGICAL SCIENCES

|  |
|--|
| <i>Gazizova A., Kulik N.</i><br>ANATOMY OF MUSCLES, NERVES AND BRANCHING<br>OF ARTERIAL VESSELS OF THE THORACIC LIMB OF<br>CORSAC ..... 16 |
|--|

## EARTH SCIENCES

|  |   |
|--|---|
| <i>Grigoryev M.</i><br>SINGLE HARMONIOUSLY PULSATING PERIODIC LAW<br>OF MASS AND GRAVITY..... 19 | <i>Pogorelova E.</i><br>GEODYNAMIC FEATURES OF THE BLACK SEA HOLLOW<br>FORMATION AND ITS HYDROCARBON POTENTIAL...53 |
|--|---|

## HISTORICAL AND ARCHEOLOGICAL SCIENCES

|   |   |
|---|---|
| <i>Pecheniuk I., Yezerskyi M., Kryschniy P.</i><br>DEVELOPMENT OF TACTICS ACTIONS OF GUERRILLA<br>FORMATIONS IN WARS AND ARMED CONFLICTS ..... 58 | <i>Shutkova N.</i><br>TYPOLOGICAL CLASSIFICATION OF VESSEL-SHAPED<br>STOVE TILES OF THE MOGILEV DNIPER RIVER AREA .66 |
|---|---|

**Список литературы**

1. Пересыпкин В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология: учебник. – М.: Агропромиздат, 1989. 480 с.

2. Чекмарев В.В. Методические рекомендации по испытанию химических препаратов и других средств против твёрдой головної пшеницы на искусственном инфекционном фоне / В.В. Чекмарев, Ю.В. Зеленева, В.Ф. Фирсов, В.А. Левин. Тамбов: Изд. дом ТГУ им. Г.Р.Державина, 2011. 46 с.

**ЕКЗОГЕННІ ДЕТЕРМІНАНТИ РОСТУ РЕГЕНЕРАНТІВ ПАВЛОВНІЇ *IN VITRO***

**Подгасцький А.А.**

*доктор сільськогосподарських наук, професор  
Сумський національний аграрний університет, Україна  
завідувач кафедри біотехнології та фітофармакології*

**Мацкевич В.В.**

*кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Білоцерківський національний аграрний університет, Україна  
доцент кафедри лісового господарства*

**Філіпова Л.М.**

*кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Білоцерківський національний аграрний університет, Україна  
доцент кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства*

**Кравченко Н.В.**

*кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, Україна  
доцент кафедри біотехнології та фітофармакології*

**EXOGENOUS DETERMINANTS OF GROWTH OF PAVLOVNA REGENERANT IN VITRO**

**Podhaietskyi A.**

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
Sumy National Agrarian University, Ukraine  
Head of the Department of Biotechnology and Phytopharmacology*

**Matskevich V.**

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine  
Associate Professor of Forestry*

**Filipova L.**

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine  
Associate Professor of Agriculture, Agrochemistry and Soil Science*

**Kravchenko N.**

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Sumy National Agrarian University, Ukraine  
associate Professor of Biotechnology and Phytopharmacology*

**Анотація**

Зважаючи на те, що павловнія нова культура для України, а також враховуючи непросте її насіннєве розмноження виконані дослідження з визначення чинників, які впливають на процес мікроклонального розмноження. Доведено, що для успішного початкового субкультивування найкращим типом експлантів була меристема. Виявлений позитивний вплив на величину коефіцієнта розмноження, висоту регенерантів використання комбінованого середовища: МК (2/3) – власний пропис та QL (1/3). Встановлено, що оптимальною температурою для росту регенерантів павловнії є +24 °С, а з метою отримання максимальної кількості мікропагонів у конгломераті – +28 °С. Порівняно низька температура – +10 °С зупиняє елонгацію пагона і спричиняє переходу рослин у стан спокою. Доведено, що використання середовища з концентрацією сахарози 3 % дозволило отримати вищі регенеранти, ніж у контролі, в 4,1 рази. Водночас, за 6 % концентрації сахарози ця різниця становила лише 2,1 рази. Оптимальним для росту регенерантів павловнії виявився фотоперіод 16 годин з відсутністю освітлення раз на сім діб. Поєднання білого світла з наявністю у середовищі БАП (1,5 мг/л) сприяло утворенню максимальної кількості (3,9 шт.) мікропагонів у конгломераті. Використання синього і червоного світла (1+1) дещо знижувало величину показника (до 3,3 шт.) Ще більшою мірою це стосувалось співвідношенню червоних та синіх 4+2. Із зростанням кількості пасажів (з 1-го до 5-и) на кислому (рН 5,2-5,4) та слабо кислому (5,6-5,8) середовищах збільшувалась частка вітрифікованих регенерантів, особливо з використанням БАП 1,0 мг/л. Найбільша висота рослин, кількість мікропагонів мали місце за рН 5,6-5,8. Найбільша висота регенерантів виявлена на середовищі з кінетином

(0,2 мг/л) та кінетином (0,8) і БАП (0,2), максимальна кількість мікропагонів за поєднання кінетин (0,8) та БАП (0,2) або кінетин (1,25) та БАП (0,25), а мінімальна частка вітрифікованих рослин відмічена за концентрації кінетину 1,0 або 1,5 мг/л.

#### Abstract

Due to the fact that Paulownia is a new culture for Ukraine, as well as taking into account its difficult seed propagation, studies have been performed to determine the factors influencing the process of microclonal propagation. It was proved that the meristem was the best type of explants for successful initial subculture. There is a positive effect on the value of the reproduction coefficient, the height of the regenerants using the combined medium: МК (2/3) - own recipe and QL (1/3). It is established that the optimal temperature for the growth of Paulownia regenerants is +24 °C, and in order to obtain the maximum number of micro shoots in the conglomerate - +28 °C. Relatively low temperature - +10 °C stops the elongation of the shoot and causes the transition of plants to dormancy. It is proved that the use of a medium with a sucrose concentration of 3% allowed to obtain higher regenerants than in the control, 4.1 times. At the same time, at 6% sucrose concentration, this difference was only 2.1 times. Optimal for the growth of Paulownia regenerants was a photoperiod of 16 hours with no lighting every seven days. The combination of white light with the presence of BAP (1.5 mg / l) in the medium contributed to the formation of the maximum number (3.9 pcs.) Of micro shoots in the conglomerate. The use of blue and red light (1 + 1) slightly reduced the value of the indicator (up to 3.3 pcs.) Even more so for the ratio of red and blue 4 + 2. With the increase in the number of passages (from 1st to 5th) on acidic (pH 5.2-5.4) and weakly acidic (5.6-5.8) media, the share of vitrified regenerants increased, especially with the use of BAP 1, 0 mg / l. The greatest height of plants, the number of micro-shoots took place at pH 5.6-5.8. The highest height of regenerants was detected on the medium with kinetin (0.2 mg / l) and kinetin (0.8) and BAP (0.2), the maximum number of micro shoots with a combination of kinetin (0.8) and BAP (0.2) or kinetin (1.25) and BAP (0.25), and the minimum proportion of vitrified plants was observed at a kinetin concentration of 1.0 or 1.5 mg / l.

**Ключові слова:** павловнія, мікроклональне розмноження, поживні середовища, температура, фотоперіод, спектр світла, кислотність середовища, цитокініни.

**Keywords:** paulownia, microclonal reproduction, nutrient media, temperature, photoperiod, light spectrum, acidity of the medium, cytokinins.

**Вступ.** Сучасні швидкі темпи розвитку промисловості окрім створення суспільних благ призводять до ряду проблем. Це зокрема парниковий ефект із значної емісії CO<sub>2</sub>; деградація орних земель. Однією з рослин що має сильну здатність фотосимілювати вуглекислий газ і перетворювати його в органічні речовин є павловнія. Окрім вирішення екологічних проблем в світі є постійний попит на деревину та інші продукти отримані з плантаційного вирощування цієї культури [9].

Павловнія цінна й нова для України лісова та біоенергетична культура на посадковий матеріал якої є стабільно високий попит. Її швидке впровадження у виробництво можливе за розробки нових і удосконалення існуючих технологій розмноження з використанням біотехнологічних методів. Дослідження мікроклонального розмноження павловнії можливе за досконалого знання і використання детермінуючих чинників онтогенезу *in vitro* культури.

А тому, метою дослідження було встановити оптимальний тип експлантат та поживний і гормональний статус павловнії під час перших субкультивувань, а також вплив на ріст і розвиток рослин *in vitro* зовнішніх чинників.

**Об'єкти і методика.** В серії лабораторних експериментів досліджено низка екзогенних детермінуючих факторів: біологічні особливості сортів; екзогенна сахароза; елементи мінерального

живлення; температура (від +22 до +30 °C); світловий період; спектр світла; цитокініни (бензиламінопурин, кінетин).

За розробленою нами раніше методикою [9] дослідження проводились в умовах лабораторії ФГ «Бері Фарм Юкрейн». Рослини по п'ять штук культивували в ємностях накритих прозорими поліпропіленовими кришками із загальним об'ємом 250 мл і вмістом живильного середовища 30 мл. Кислотність живильних середовищ за додавання КОН або KН<sub>2</sub>РO<sub>4</sub> доводили перед автоклавуванням до рівня рН 5,6-5,8. Об'єм вибірки – 20 типових регенерантів. Щоб уникнути вплив різноякісності живців за вмістом ендогенних гормонів [8] для дослідів висаджували живці, що виростили з медіальної частини пагону. Обліки проводили на 15 день культивування. Серійність дослідження проводилась за принципом: кращий варіант попереднього досліду був контролем для наступного.

#### Результати дослідження та їх обговорення.

На етапі переходу з нативних умов в *in vitro* індукуються зміни пов'язані з перебудовою в способах живлення. Відбувається переформування трофічних шляхів. Зокрема рослинний об'єкт переходить із міксотрофного живлення з переважанням гетеротрофним до автотрофного [10, 11], що впливає на темпи росту регенерантів. Не стали виключенням регенеранти павловнії (табл. 1).

Таблиця 1

| Висота (мм) пагонів павлонії залежно від кількості асептичних культивувань та типу експланта |               |    |     |    |    |    |                   |
|--|---------------|----|-----|----|----|----|-------------------|
| Тип експланта  | Культивування |    |     |    |    |    |                   |
|  | I             | II | III | IV | V  | VI | HP <sub>0,5</sub> |
| Меристема  | 15            | 54 | 57  | 55 | 53 | 58 | 3                 |
| Апікальна брунька  | 33            | 47 | 51  | 54 | 57 | 55 | 4                 |
| Медіальна брунька  | 27            | 34 | 48  | 56 | 53 | 57 | 4                 |
| Базальна брунька   | 6             | 11 | 23  | 39 | 44 | 51 | 7                 |
| HP <sub>05</sub>   | 4             | 4  | 3   | 3  | 3  | 2  |                   |

Нами порівняно темпи росту регенерантів з різною кількістю початкових асептичних культивувань. Зокрема, за такою ознакою як «висота пагона на 15 день культивування» за використання як експлантат медіальної бруньки відмічено збільшення показника впродовж від першого (27 мм) до шостого субкультивування (57 мм). За подальших субкультивувань (пасажів) цей показник був майже стабільним. Відхилення в більшу і меншу сторони знаходилося у межах 3-5 мм. Найшвидше стабілізація прояву показника відбулась у варіанті з використанням в якості первинних експлантів меристем. Уже за другого субкультивування регенеранти мали стабільні темпи росту. Встановлена залежність у павлонії відрізнялась від особливостей різного росту меристемних експлантів та бруньок у картоплі [7]. В цієї ж культури регенеранти меристемного походження поступались за перших культивувань темпам росту рослин регенерованих з бруньок. Припускаємо, що така відмінність пов'язана з швидким ростом притаманним рослинам роду Павлонія.

Регенеранти павлонії, що походили з апікальних та медіальних бруньок мали незмінну висоту пагона, починаючи з четвертого субкультивування. Рослини *in vitro* регенеровані з базальних бруньок досягали стабільності показника під час шостого і наступних субкультивувань. Повільніше наростання темпів приросту пагона в регенерантів з бруньок на нашу думку пов'язано із збереженням ними більшої, ніж в меристем корелятивної взаємозалежності бруньок к цілому організмі. Причиною такої взаємозалежності є біологічна гормональна вісь цілісного організму. Доказом цього є уповільнені темпи росту пагонів у випадку регенерації рослин *in vitro* з базальних бруньок. Виділені ж меристеми містять меншу кількість ендогенних гормонів, через які на них впливають інші органи організму. І

за інтенсивного росту павлоніївих їх меристеми швидше набувають за мікроклонального розмноження стабілізації темпів росту. Оскільки різноякісність експлантів не закріплена генетично, то вже після шостого послідовного живцювання всі варіанти мали однакові темпи росту пагону.

Порівнюючи різні сорти/клони павлонії (Cloneinvitro 112, павлонія повстиста, (зимостійка форма відібрана в сквері м. Луцьк), гібрид 9501, ШангТонг, ПаоТонг) встановили вплив їх біологічних особливостей на висоту регенеранту. У асептичних умовах найбільший пагін відмічено в регенерантів Cloneinvitro 112 (69,12 мм). Близькими за висотою були регенеранти місцевої інтродукованої форми виду *Pawlovnia tomentosa*. Найнижчими, серед досліджуваних, були пагони сортів ШангТонг, ПаоТонг.

На середовищах, описаних у «Павлонія: науково-практичний посібник» [9], вона росте успішно. Ці середовища окрім павлонії застосовуються й на інших культурах [8], зокрема, представниках роду актинідія [12]. Проте, їх прописи потребують корегування як за гормональним складом, так і елементами мінерального живлення. Це стосувалось також окремих кісточкових культур [14]. В розробленій нами методиці мікроклонального розмноження запропоновано два середовища: за Куаріном та Лепувром (QL) і власний пропис (МК). Основні відмінності в них за вмістом макросолей (табл. 2). Кількість мікросолей, сахарози, хелатного заліза, вітамінів є незмінними. Але пропис за QL передбачає меншу кількість нітрату амонію, монофосфату калію та сульфату магнію, проте більшим (майже в двічі) уміст нітратних солей калію й кальцію. У середовищах з неоднакових кількостей макросолей найбільші відмінності є у співвідношенні аміачного та нітратного азоту.

Таблиця 2

| Уміст макросолей у живильних середовищах для культивування павлонії <i>in vitro</i> , мг |      |      |
|--|------|------|
| Макросіль  | МК   | QL   |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>  | 1250 | 400  |
| KNO <sub>3</sub>   | 1100 | 1800 |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>  | 970  | 270  |
| MgSO <sub>4</sub> * 7H <sub>2</sub> O  | 770  | 360  |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> * 4H <sub>2</sub> O                                    | 440  | 834  |

Середовище QL більш придатне для етапу ризогенезу. У таких умовах у регенерантів чітко виражене апікальне домінування, відбувається інтенсивне коренеутворення. Однією з причин такої

трофічної детермінації, вважаємо, є велика кількість в середовищі кальцій умісної сполуки (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> \* 4H<sub>2</sub>O). За прописом QL це становило 840 мг/л, тоді як у середовищі МК – 440 мг/л, що в

1,9 рази більше. Саме кальцій підвищує в рослині транспорт та активність ауксинів [13].

На середовищі МК, порівняно з QL, регенеранти інтенсивніше формують конгломерат мікропагонів з малими листками та вкороченими міжвузлями, хоча коренева система формується менша [5]. На МК також відмічається, особливо за додавання великих кількостей цитокінів, гіпергідратація тканин регенерантів. Це на нашу думку відбувається через високий вміст аміачного азоту. Він за індукції ряду ферментів цитокінінами перетворюється до осмотично-активних амінокислот, що є однією з причин надмірного поглинання клітинами води.

Тому нами проведено корегування прописів за результатами вирощування регенерантів на середовищах з різним поєднанням вихідних середовищ (табл. 3). Порівняння варіантів середовищ проводилося на фоні додавання бензиламінопурина 1 мг/л, та індолілмасляної кислоти. Зважаючи на важливість для одержання найбільшої кількості рослин величини коефіцієнта розмноження, оптимальним є варіант поєднання МК (2/3) + QL (1/3). Він забезпечив найбільшу у досліді величину показника, порівняно добу висоту рослин, проте у цьому варіанті виявлена значна частка вітрифікованих регенерантів (6,8 %).

Таблиця 3

## Розвиток регенерантів павловнії на середовищах з різним вмістом поживних елементів

| Середовище          | Висота регенеранту, мм | Коефіцієнт* розмноження | Кількість вітрифікованих регенерантів, % |
|---------------------|------------------------|-------------------------|--|
| МК                  | 56,8                   | 5,2                     | 8,1                                      |
| QL                  | 79,2                   | 3,9                     | 1,6                                      |
| МК (2/3) + QL (1/3) | 61,8                   | 6,4                     | 6,8                                      |
| QL (2/3) + МК (1/3) | 66,2                   | 4,1                     | 4,9                                      |

Примітка: \*коефіцієнт розмноження розраховувався за кількістю технологічно придатних одновузлових стеблових живців

Таким чином, модифіковане середовище мало вміст макросолей який наведений у таблиці 4. Цей пропис використовувався в подальших наших дослідженнях.

У рослинній клітині відбуваються численні біохімічні реакції, які є основою життєдіяльності, в тому числі підтримують ростові процеси. Збільшення інтенсивності реакцій під впливом температури називають коефіцієнтом ( $Q_{10}$ ). Відповідно до цього коефіцієнта інтенсивність процесів зростає у

2–2,5 рази з підвищенням температури на +10 °С. Експериментальні дані свідчать про залежність величини  $Q_{10}$  від виду рослин, фази розвитку, умов середовища. У інтервалі температур від 0 до +20 °С  $Q_{10}$  дорівнює 2–3. За температури вище +20 °С коефіцієнт може знижуватись. Так,  $Q_{10}$  листків пшениці в межах +10–+20 °С становить 2,72, а за +30–+40 °С – 1,8; зелених плодів лимонів, відповідно, 13,4 і 2,3 [5].

Таблиця 4

## Уміст макросолей у модифікованому живильному середовищі

| Макросіль  | Уміст в готовому розчині, мг | Уміст в маточному розчині, г (1 : 40) |
|--|------------------------------|---------------------------------------|
| $\text{NH}_4\text{NO}_3$                             | 966                          | 38,64                                 |
| $\text{KNO}_3$                                       | 1333                         | 53,22                                 |
| $\text{KH}_2\text{PO}_4$                             | 737                          | 29,48                                 |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$            | 633                          | 25,32                                 |
| $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 571                          | 22,84                                 |

На етапі мультиплікації *in vitro* павловнії встановили вплив температури на швидкість ростових процесів. Оцінювали висоту центрального пагона

регенеранта та кількість мікропагонів у конгломераті (табл. 5) у процесі етапів «мультиплікація» на середовищі з 1,0 мг/л бензиламінопурина.

Таблиця 5

Вплив температури на ріст *in vitro* регенерантів павловнії

| Температура, культивування, °С. | Висота регенеранта, мм | Кількість мікропагонів у конгломераті, шт. |
|---------------------------------|------------------------|--|
| 22                              | 54,19                  | 1,9  |
| 24                              | 62,11                  | 2,3  |
| 26                              | 60,53                  | 2,7  |
| 28                              | 51,40                  | 2,8  |
| 30                              | 48,6                   | 2,1  |

Найбільші біометричні показники отримані за таких температур: +24 °С – найвищий пагін (62,11 мм); +26 - +28 °С найбільша кількість мікропагонів (2,7-2,8 шт.). Вважаємо, що для мультиплікації оптимальною є температура +26 °С. За її дотриманням спостерігається оптимальне поєднання висоти регенерантів і кількість мікропагонів в конгломераті. Культивування в температурних умовах нижчих +22 °С обумовлювало відставання в рості та формування меншої кількості мікропагонів. За вищих температур утворювались 5-15% регенерантів з ознаками вітрифікації.

Нами також випробувано температури культивування +10, +12, +16 °С. За температури +10 °С регенеранти зупиняли елонгацію пагона. Натомість



Рис. 1. Поліморфізм листків павловнії, де: 1 – звичайне листя розади, 2 – ювенільні листки після виходу мікродерев із стану спокою; відновлення росту в мікродерева.



За умов майже гетеротрофного живлення за мікроклонального розмноження екзогенні вуглеводи (сахарози) є важливим детермінантом росту регенерантів (табл. 6). У випадку автотрофного живлення в контрольному варіанті (без додавання сахарози) висота регенерантів на 15 день росту в культуральних ємностях становила 15,04 мм, проти 61,66 мм на варіанті із додаванням 30 г/л. Із збільшенням концентрації з одного до трьох відсотків зростала висота пагонів та кількість мікропагонів у конгломераті з 1,4 в контролі до 2,8 шт. на регенерант у варіанті з 3% сахарозою. За подальшого збільшення вмісту сахарози регенеранти поступали за висотою рослин згаданому вище варіанту. Стебло було коротшим, у листків зменшувалась листкова пластинка. Серед регенерантів зростала кількість вітрифікованих. Вважаємо, що причиною цього є накопичення надмірної кількості осмотично активних речовин у листках: як самої сахарози, так і продуктів її перетворення.

відбувалось потовщення бруньок. Тобто, такі температури індукували перехід рослин до стану спокою. Посилювався цей процес за зниження вологості повітря та восьмигодинному фотоперіоді, аж до скидання листя.

Якщо регенеранти павловнії за два-три тижні висадити в теплицю і потім знизити температуру та вологість формуються мікродерева із наполовину здерев'янілими пагонами. За таких умов впродовж трьох тижнів у них наступав стан спокою. Після підвищення температури повітря і вологості з цього стану рослини виходили не раніше як за місяць. З пробуджених бруньок утворювались ювенільні листки – без «зазубрин» (рис. 1).

За концентрацій чотири і п'ять відсотків сахарози кількість мікропагонів зростала але їх використання для живцювання ускладнювалось гіпергідратацією та вкороченням стебла. Живці з таких материнських рослин повільніше регенерували нові рослини.

Світло в природних умовах є джерелом енергії для фотосинтезу та сильним детермінуючим фактором впливу на онтогенез *in vitro* і, зокрема, морфологічні зміни. Для рослин *in vitro* міксотрофне живлення з переважанням гетеротрофного за рахунок екзогенних вуглеводів (переважно сахарози) значення світла, зокрема як джерела енергії, через фотосинтез не суттєве. Після пересадки регенерантів *in vitro* в нестерильні умови їм необхідний певний час для адаптації до фототропії, що зокрема пов'язано з низькою активністю ферментів, які фіксують вуглець [1].

Вплив температури на ріст регенерантів павловнії *in vitro*

| Вміст сахарози в живильному середовищі, % | Висота регенеранту, мм | Кількість мікропагонів в конгломераті шт. |
|---|------------------------|---|
| Без сахарози (контроль)                   | 15                     | 1,4                                       |
| 1   | 49                     | 1,6                                       |
| 2   | 51                     | 2,4                                       |
| 3   | 62                     | 2,8                                       |
| 4   | 54                     | 3,0                                       |
| 5   | 41                     | 3,2                                       |
| 6   | 32                     | 2,9                                       |

У нативних умовах існує зв'язок між інтенсивністю фотосинтезу листка та експортом з нього продуктів асиміляції. М.Ю. Власенко та ін. [5] вважають, що: «До факторів ендогенної регуляції належать різнобічні зворотні зв'язки між фотосинтезом, як джерелом асимілятів, і ростовими процесами, як споживачами цих асимілятів. Велике значення в ендогенній регуляції належить фітогормонам. Деякі фітогормони синтезуються в хлоропластах і беруть безпосередню участь у регуляції інтенсивності фотосинтезу шляхом впливу на механізм руху продихів, з яким пов'язане надходження CO<sub>2</sub> до мезофілу листка. Як відомо, у динаміці руху продихів важливе місце належить абсцизовій кислоті. Гіберелова кислота у ізольованих хлоропластах активує фосфорилування, а цитокініни ініціюють синтез білка».

Тому, детермінуючий ефект світла в умовах *in vitro* більш проявляється через регулювання різноманітних фізіологічних процесів [5, 11, 12]. Так,

збільшення тривалості освітлення істотно впливало на збільшення висоти пагона рослини регенеранта павловнії на 15 день асептичного культивування (табл. 7). З 18,6 мм за 8 годинного фотоперіоду величина показника збільшувалась до 67,6-68,2 за освітленні 16 і більше годин на добу. Особливо відрізнявся варіант «16+». Він передбачав фотоперіод 16 годин щодоби, але раз на тиждень (кожна сьома доба культивування) світло не включали. Висота регенерантів, порівняно з восьми годинним фотоперіодом збільшувалась до 98,4 мм, тобто в 5,3 рази. Різниця між варіантами «16», «20» і «24» була в межах декількох відсотків, в межах середньо квадратичного відхилення. Таким чином можна вважати, що згаданий вище освітлювальний період серед досліджуваних є оптимальним. Якщо виникає потреба видовжити міжвузля регенерантів, вважаємо доцільним є застосування «темноти» раз на тиждень.

Таблиця 7

Вплив тривалості освітлення на ріст пагона регенерантів павловнії на 15 день культивування *in vitro*\*, Clonein vitro 112

| Освітлення годин на добу | Висота регенеранта |     | Кількість міжвузлів на одному пагоні |     |
|--------------------------|--------------------|-----|--------------------------------------|-----|
|                          | мм                 | %   | шт.                                  | %   |
| 8                        | 18,6 ± 4,1         | 100 | 2,6±0,3                              | 100 |
| 12                       | 32,4 ± 4,0         | 174 | 2,7±0,2                              | 103 |
| 16                       | 67,6 ± 5,1         | 363 | 3,3±0,4                              | 127 |
| 16+**                    | 98,4 ± 6,6         | 529 | 3,1±0,4                              | 119 |
| 20                       | 68,1 ± 4,6         | 366 | 3,3±0,3                              | 127 |
| 24                       | 68,2 ± 4,7         | 367 | 3,4±0,3                              | 131 |

Примітка: \* формування рослин регенерантів детермінували гормонами в один пагін; \*\* Варіант «16+» передбачав одну добу без освітлення раз на сім діб.

Інтенсивність світла і спектральний склад значною мірою визначають проходження окремих фаз росту і розвитку рослин. Спектральний склад штучного світла має значний вплив на ріст стебла і їх діаметр. За використання довгохвильового опромінення під лампами розжарювання стебла подовжуються, а за короткохвильового під люмінесцентними лампами спостерігається укорочення міжвузлів [5, 12].

Якщо в умовах плантацій цей процес регулювати і досліджувати складно, то культура тканин дозволяє виокремити впливи цих факторів. Якісний спектральний склад світла впливає не тільки на інтенсивність фотосинтезу, але й на хімічний склад асимілятів [5]. Наприклад, при синьому світлі в

листяках, крім вуглеводів, утворюються і неуглеводні продукти (органічні кислоти та ін.), і швидкість фотосинтезу зростає. У наших дослідженнях мікроклонального розмноження павловнії встановили, що не лише тривалість освітлення впродовж доби (фотоперіод), але й якість освітлення впливали на ростові процеси регенерантів.

Порівнювали ріст за культивування рослин *in vitro* під освітлювальними лампами з різними співвідношення монохроматичних світло діодів (виробник ledmax): світле (контроль); комбінація червоних і синіх світлодіодів як 1+1; червоних та синіх як 4 + 2. У варіанті з більшою кількістю синіх світло діодів («1+1» регенеранти були



порівняно нижчими, але в конгломераті було більше мікропагонів (табл. 8).  
Встановили, що, порівняно з контролем, за схеми «1 + 1» утворювалось більше 50% конгломе-

ратів з мікропагонами (2,9-4,8 шт.) без чітко вираженого апікального домінування. У варіанті «4 + 2» мікропагони, порівняно з контролем, мали візуально товщі пагони, однак поступались йому за висотою.

Таблиця 8

Вплив спектра світла на ріст *in vitro* регенерантів павловнії Clone *in vitro* 112

| Спектр світла, °С. | Висота регенеранту, мм | Кількість мікропагонів в конгломераті шт. |
|--------------------|------------------------|---|
| Біле (контроль)    | 60,53                  | 2,7                                       |
| «1+1»              | 39,77                  | 3,3                                       |
| «4+2»              | 45,92                  | 2,9                                       |

У обох дослідних варіантах, порівняно з контролем (без цитокінінів), виявився незначний відсоток вітрифікованих регенерантів (за додавання 1 мг/л бензиламінопурину) (табл. 9). Це, та збіль-

шення коефіцієнта розмноження (зростання кількості мікропагонів в конгломераті) стало основою подальшого дослідження впливу спектра світла та цитокінінів на регенеранти павловнії.

Таблиця 9

Особливості синергічного впливу цитокінінів та червоно-синього освітлення на регенерацію павловнії *in vitro*

| Варіанти «цитокінінів» | Варіанти «освітлення» |                                  |                   |                                  |                   |                                  |
|------------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|
|                        | Біле світло           |                                  | 1+1               |                                  | 4+2               |                                  |
|                        | висота пагона, мм     | мікропагонів у конгломераті, шт. | висота пагона, мм | мікропагонів у конгломераті, шт. | висота пагона, мм | мікропагонів у конгломераті, шт. |
| без цитокінінів        | 74,40                 | 1,3                              | 66,18             | 1,9                              | 69,83             | 1,7                              |
| кінетин 1,0 мг/л       | 68,93                 | 2,4                              | 63,16             | 2,7                              | 67,80             | 2,1                              |
| кінетин 1,5 мг/л       | 67,91                 | 2,5                              | 51,32             | 3,0                              | 62,33             | 2,6                              |
| кінетин 2,0 мг/л       | 64,6                  | 2,5                              | 44,62             | 3,0                              | 55,38             | 2,7                              |
| БАП 1,0 мг/л           | 61,13                 | 2,7                              | 39,39             | 3,3                              | 46,27             | 2,9                              |
| БАП 1,5 мг/л           | 51,47                 | 3,9                              | 31,19             | 2,8                              | 41,22             | 2,9                              |
| БАП 2,0 мг/л           | 22,31*                | 1,8                              | 21,65             | 2,6                              | 39,74             | 2,8                              |

\*більше 50% регенерантів гіпергідратовані

У контролі регенеранти були найвищими, відмічався ризогенез. За різних варіантів освітлення регенеранти, вирощені з додаванням кінетину переважали подібні варіанти з бензиламінопурином. Ті в свою чергу мали більшу кількість мікропагонів в конгломераті. Концентрації БАП більше 1,0 мг/л та кінетину більше 1,5 мг/л виявились фітотоксичними, що проявилось у гіпергідратації та зменшені розмірів і кількості пагонів.

Кількість гіпергідратованих регенерантів залежала як від концентрації цитокінінів, так і освітлення (рис. 2). За культивування регенерантів на середовищі без цитокінінів в усіх варіантах освітлення не відмічалось регенерантів з ознаками гіпергідратації тканин. Водночас, спостерігався малий коефіцієнт розмноження, швидке старіння культури, тобто втрата ювенільності [11].

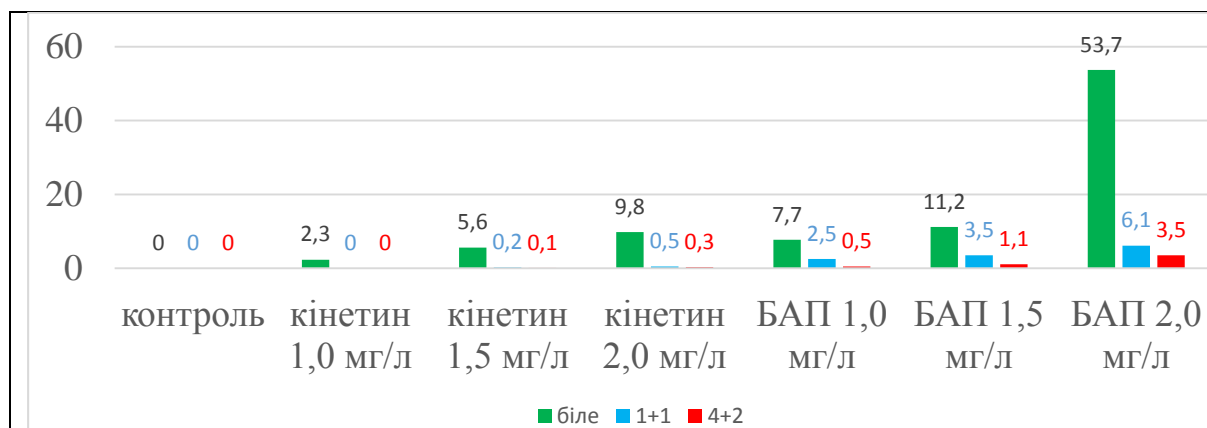


Рис. 2. Вплив цитокінінів за різного освітлення на кількість вітрифікованих регенерантів павловнії, %

Також за вирощування на середовищах з високим умістом цитокинінів за освітлення як у варіанті «1 + 1», так і «4 + 2», порівняно з контролем, зменшувалась кількість регенерантів із гіпергідратованими тканинами. Отримана залежність потребує подальших досліджень, оскільки може бути корисною для технологічних прийомів застосування монохроматичного освітлення з метою зменшення фітотоксичності надлишку синтетичних гормонів.

Раніше нами було встановлено, що екзогенні цитокиніни в рослинних об'єктах *in vitro* можуть відкладатися «про запас», аж до прояву цитокинінової фітотоксичності. Ці токсичні кількості за мікробіологічного розмноження передаються з покоління в покоління і їх шкідливий ефект має тенденцію до наростання [2]. Регенероване з таких

маточних рослин потомство втрачає здатність до галузнення пагону та ризогенезу (рис. 3). За гострої форми токсикації ізольовані експланти гинуть.

Раніше нами встановлено на інших культурах (малина, ожина, картопля) що інтенсивність гіпергідратації, наростання сили фітотоксичної дії, кількість вітрифікованих регенерантів поряд із вмістом азоту та цитокинінів залежить і від кислотності живильного середовища [11, 12]. Подібне встановили й за регенерації павловнії на середовищах з різними показниками рН: кисле (5,2-5,4); слабокисле (5,6-5,8); нейтральне (6,5-7,0); слабо лужне (7,3-7,5). Оцінювали фітотоксичність за таких концентрацій: кінетин – 1,5 мг/л; бензіламінопурин 1,0 мг/л (табл. 10) за білого штучного освітлення.

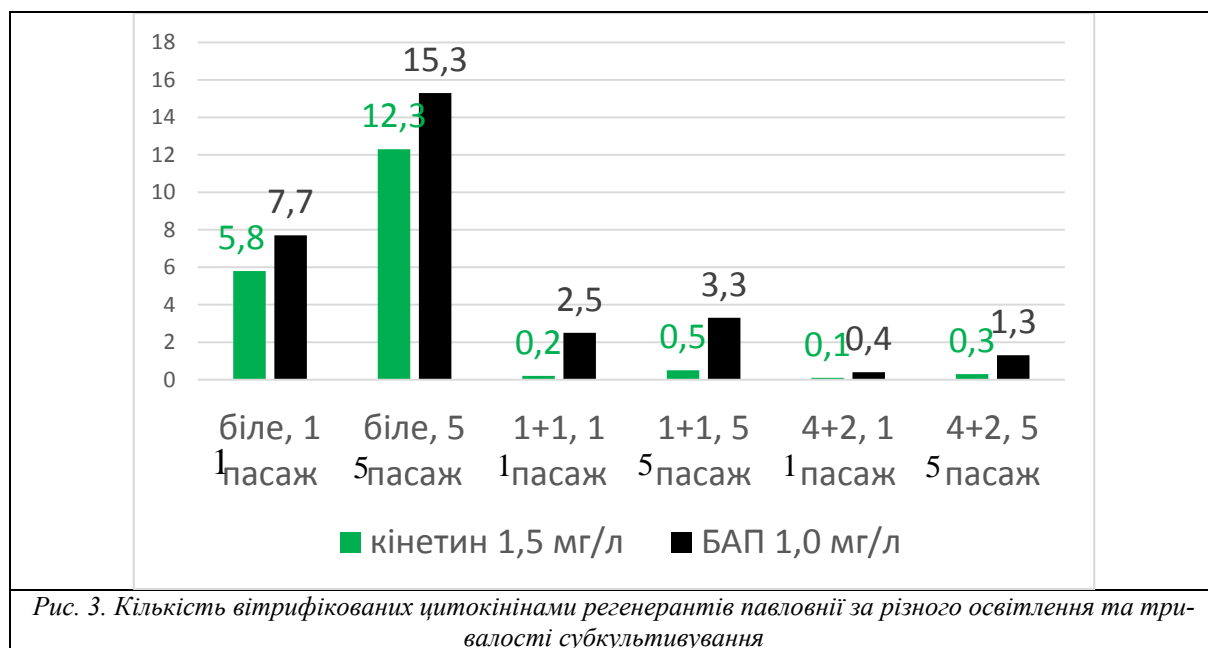


Рис. 3. Кількість вітрифікованих цитокинінами регенерантів павловнії за різного освітлення та тривалості субкультивування

На кислому середовищі кількість мікропагонів за першого пасажу, порівняно з іншими варіантами, була найбільшою – 2,9 мікропагони на середовищі з 1,5 мг/л кінетину і 3,2 мікропагони на середовищі

з 1,0 мг/л БАП. Однак, після п'ятого субкультивування їх кількість зменшилась, відповідно, до 1,3 і 1,1 мікропагони на один висаджений експлант.

Таблиця 10

Прояв фітотоксичності цитокинінів за різної кислотності живильного середовища (штучне біле світло)

| рН середовища | Гормон  | Вітрифікованих регенерантів, % |      | Висота регенерантів, мм |      | Кількість мікропагонів, шт. |     |
|---------------|---------|--------------------------------|------|-------------------------|------|-----------------------------|-----|
|               |         | кінетин                        | БАП  | кінетин                 | БАП  | кінетин                     | БАП |
| 5,2-5,4       | 1 пасаж | 6,9                            | 46,7 | 41,6                    | 39,3 | 2,9                         | 3,2 |
|               | 5 пасаж | 74,3                           | 91,5 | 31,6                    | 22,6 | 1,3                         | 1,1 |
| 5,6-5,8       | 1 пасаж | 5,6                            | 7,8  | 68,1                    | 61,2 | 2,5                         | 2,8 |
|               | 5 пасаж | 12,3                           | 15,3 | 64,1                    | 57,0 | 2,3                         | 2,2 |
| 6,5-7,0       | 1 пасаж | 1,9                            | 4,1  | 49,3                    | 46,7 | 2,1                         | 2,2 |
|               | 5 пасаж | 0,9                            | 3,9  | 44,6                    | 40,6 | 2,1                         | 2,0 |
| 7,3-7,5       | 1 пасаж | 0,8                            | 3,4  | 11,4                    | 5,4  | 1,3                         | 1,3 |
|               | 5 пасаж | 0,4                            | 2,7  | 10,4                    | 4,2  | 1,1                         | 1,0 |

На середовищі з рН 5,2-5,4 вже за першого пасажу візуально на нижніх листках діагностувались проблеми із засвоєнням фосфору – інтенсивне зелене забарвлення листової пластинки і відмирання

її країв. За п'ятого пасажу довжина пагону зменшилась майже в двічі: з 41,60 мм у варіанті з кінетином і 39,32 мм у варіанті з БАП до 31,62 і 22,63 мм, відповідно. У регенерантів відмирили верхівки пагонів, у окремих (близько 5-10%) опадала частина

листіків, що є ознакою недостатнього засвоєння кальцію.

Водночас у варіантах з рН 7,3-7,5 вже за першого пасажу відмічено ознаки складності засвоєння заліза: хлороз молодих листків. За п'ятого пасажу пожовтіння проявлялось і на нижніх листках – складність засвоєння азоту.

За слабо лужного середовища фітотоксичність надлишку цитокінів проявлялась у особливій формі: регенеранти мали вкорочені потовщені пагони. Стебло було знизу сіро-зеленим, а верхівка чорна із гальмуванням росту або відмиранням бруньок.

Таким чином, зміна кислотності як в кислу, так і в лужну сторону підсилювала фітотоксичність надлишку цитокінінів. Порівняно з кінетином, бензиламінопурин проявляв більшу синергічну дію спільно із зміною кислотності.

Транспортування рослинних гормонів по організму може відбуватись у різних формах. У рос-

линні цитокініни найчастіше зв'язуються з транспортною формою РНК, глюкозою, утворюючи різні форми [13]. Молекули гормону з певними варіаціями структури бічного ланцюга, вірогідно, медіують різні біологічні сигнали [4]. Якщо змінюється метаболізм, чи додається екзогенний гормон одного класу, то це є причиною зміни в індукції та активності майже всіх інших груп гормонів [3, 4].

Вище вказували на часті випадки фітотоксичності бензиламінопурину в процесі мікротонального розмноження павловнії, що викликало необхідність порівняти ефективність застосування комбінацій екзогенних цитокінінів на фоні безцитокінінового контролю (табл. 11). Комбінації формувались за такими принципами: за контроль взято оптимальну концентрацію бензиламінопурину – 1,0 мг/л; і дві кращі концентрації застосування кінетину – 1,0 мг/л і 1,5 мг/л. У поєднанні брали 80 % концентрації одного гормону і 20 % іншого.

Таблиця 11

Ріст пагонів регенерантів павловнії за різних концентрацій цитокінів в штучному живильному середовищі (освітлення за схемою 4+2)

| Цитокініни, мг/л        | Висота регенеранта, мм | Кількість мікропагонів, шт. | Вітрифікованих регенерантів, % |
|-------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Без цитокінів           | 70,3±3,3               | 1,6±0,2                     | не виявлено                    |
| БАП 0,2                 | 68,6±3,6               | 1,8±0,4                     |                                |
| Кінетин 0,2             | 72,7±4,2               | 1,6±0,3                     |                                |
| БАП 1,0                 | 48,3±3,3               | 2,8±0,4                     | 1,5                            |
| Кінетин 1,0             | 68,3±3,0               | 2,1±0,3                     | 0,1                            |
| Кінетин 1,5             | 62,0±3,1               | 2,6±0,4                     | 0,3                            |
| БАП 0,8 + 0,2 кінетин   | 57,8±4,1               | 2,9±0,4                     | 0,9                            |
| Кінетин 0,8 + 0,2 БАП   | 70,9±3,8               | 3,1±0,3                     | 0,2                            |
| Кінетин 1,25 + 0,25 БАП | 62,1±4,1               | 3,1±0,4                     | 0,6                            |

Найвищі регенеранти, порівняно з іншими варіантами досліду, отримані із додаванням мінімальної кількості кінетину (0,20 мг/л). Хоч не суттєво (в межах середнього квадратичного відхилення), але цей варіант переважав контроль. З мінімальних концентрацій варіант з БАП перевищував контроль за кількістю мікропагонів в конгломераті. Це проявилось у пробудженні більшої кількості бічних бруньок на центральному мікропагоні конгломерату. Однак, варіанти із застосуванням цього синтетичного цитокініну поступались контролю і варіантам з кінетином за висотою пагону. Слід відмітити, що варіанти з БАП мали тонші стебла та листки з найменшою пластинкою. Кількість мікропагонів з кращим пробудженням бруньок була у варіантах з бензиламінопурином. Натомість, найбільші за розмірами листки виявлені у варіантах з кінетином. Тобто, синтетичні аналоги одного й того ж класу гормонів відрізнялись за впливом на регенерацію пагонів. Подібні результати отримані С. Г. Калашніковим і О. П. Куликом [6]. Зокрема, вчені встановили, що варіанти регенерантів на середовищі з БАП поступались варіантам з іншими синтетичними аналогами цитокінінів стосовно стимулювання утворення камбію та флоєми.

Варіант із додаванням в живильне середовище кінетину 0,8 мг/л сумісно з бензиламінопурином в

кількості 0,2 мг/л серед порівнюваних виявився оптимальним для етапу мультиплікації павловнії. Висота пагона в цьому варіанті була найбільша в досліді при значній кількості мікропагонів в конгломераті – 3,8 шт. Це ж стосувалось кількості мікропагонів за додавання кінетину 1,25 мг/л та 0,25 мг/л БАП. Однак, у цих умовах зростала кількість вітрифікованих регенерантів та зменшувалась висота пагона.

Таким чином, у співвідношеннях: кінетин 0,8 + 0,2 БАП та кінетин 1,25 + 0,25 БАП проявився синергічний позитивний вплив цих синтетичних аналогів цитокінінів на регенеранти павловнії.

Гормональний рівень детермінації онтогенезу є складним. На сьогодні досконало вивчено дію окремого гормону чи класу. Однак, дослідити взаємодію, післядію декількох класів гормонів складно. Це пов'язано з багатофункціональністю фітогормонів, порівняно з подібними біологічно активними речовинами в тваринному світі [13]. Два класи гормонів можуть проявляти як синергічну, так і антагоністичну взаємодію.

На регенерантах павловнії дослідили післядію різних концентрацій синтетичних цитокінів на ризогенез на фоні додавання в живильне середовище, в яке висаджувалось потомство, штучного ауксину індолілмасляної кислоти в кількості 1,0 мг/л (табл.

12). Додавання в живильне середовище для культивування маточних рослин донорів БАП у кількостях 1,0 мг/л і 1,5 мг/л мало пригнічувальну порівняно на фоні без цитокінінового контролю. За використання білого світла в контролі довжина кореневої системи на 15 день культивування становила в середньому 7 мм, а у варіанті з 1,0 мг/л потомство мало кореневу систему в 3 мм. За вирощування донорів з вищою концентрацією БАП потомство формувало за відповідний період лише калосне потовщення в базальній частині пагона. За період більше місяця (40-50 днів) у рослин формувалась коренева система але значно менша,

порівняно з іншими варіантами. Таким чином, високі концентрації бензиламінопурину в процесі вирощування материнських рослин пригнічували ріст коренів у вегетативного потомства. Ця негативна післядія була найбільшою за освітлення червоними і синіми діодами за схемою 1+1. У варіантах з білим світлом рослини мали довші корені. Серед варіантів з різним співвідношенням червоного і синього освітлення кращий ризогенез був за більшої частки червоних світлоносів. Тому, для подальших досліджень доцільно застосовувати схеми поєднання червоних і синіх світлодіодів на зразок 3+1 або 4+1.

Таблиця 12

Післядія при застосуванні для маточних рослин цитокінінів на довжину кореневої системи регенованого з стеблових живців потомства, мм

| Цитокініни, що застосовувались у процесі вирощуванні маточних рослин | Варіанти «освітлення» |       |     |
|--|-----------------------|-------|-----|
|  | Біле світло           | 1+1   | 4+2 |
| Без цитокінінів  | 7                     | 6     | 7   |
| БАП 1,0 мг/л   | 3                     | калюс | 3   |
| БАП 1,5 мг/л   | калюс                 | 0     | 0   |
| Кінетин 1,0 мг/л   | 14                    | 3     | 8   |
| Кінетин 1,5 мг/л   | 6                     | 2     | 4   |
| Кінетин 0,8 + 0,2 БАП  | 16                    | 9     | 13  |
| Кінетин 1,25 + 0,25 БАП  | 11                    | 6     | 8   |

У варіантах з кінетином у кількості 1,0 мг/л, або з сумісним додаванням кінетину і БАП (0,8 і 0,2 мг/л) регенеранти перевищували контроль за довжиною кореневої системи. Вважаємо що залишкові концентрації кінетину проявляли позитивний синергічний вплив спільно із індолілмасляною кислотою на ріст коренів в довжину.

#### Висновки.

Доведено, що за використання як експланта меристеми павловнії за висотою пагона відсутні відмінності, починаючи з другого культивування. За отримання рослин з апікальної або медіальної бруньок викладене мало місце, починаючи з четвертого пасажу, а з базальної бруньки – шостого.

Виявлений позитивний вплив на величину коефіцієнта розмноження, висоту регенерантів використовується комбінованого середовища: МК (2/3) – власний пропис та QL (1/3).

Встановлено, що оптимальною температурою для росту регенерантів павловнії є +24 °С, а з метою отримання максимальної кількості мікропагонів у конгломераті – +28 °С. Порівняно низька температура – +10 °С зупиняє елонгацію пагона і спричиняє перехід рослин у стан спокою. У пробуджених рослин мала місце видозміна листків.

Доведено, що використання середовища з концентрацією сахарози 3 % дозволило отримати вищі регенеранти, ніж у контролі, в 4,1 рази. Водночас, за 6 % концентрації сахарози ця різниця становила лише 2,1 рази. Для формування мікропагонів у конгломераті оптимальною виявилась концентрація сахарози 5 % з невеликою різницею у межах 3-6 %.

Оптимальним для росту регенерантів павловнії виявився фотоперіод 16 годин з відсутністю освітлення раз на сім діб. Для максимального одержання міжвузлів слід використовувати цілодобове

освітлення, проте величина показника не дуже знижувалась у межах фотоперіоду 16-20 годин. Позитивно впливало на висоту рослин використання білого світла, а на кількість мікропагонів у конгломераті однакова кількість синіх та червоних світлодіодів. Поєднання білого світла з наявністю у середовищі БАП (1,5 мг/л) сприяло утворенню максимальної кількості (3,9 шт.) мікропагонів у конгломераті. Використання синього і червоного світла (1+1) дещо знижувало величину показника (до 3,3 шт.) Ще більшою мірою це стосувалось співвідношенню червоних та синіх 4+2. Водночас, біле освітлення у поєднанні з БАП спричиняло збільшенню вітрифікованих регенерантів.

Із зростанням кількості пасажів (з 1-го до 5-и) на кислому (рН 5,2-5,4) та слабо кислому (5,6-5,8) середовищах збільшувалась частка вітрифікованих регенерантів, особливо з використанням БАП 1,0 мг/л. Найбільша висота рослин, кількість мікропагонів мали місце за рН 5,6-5,8.

Найбільша висота регенерантів виявлена на середовищі з кінетином (0,2 мг/л) та кінетином (0,8) і БАП (0,2), максимальна кількість мікропагонів за поєднання кінетин (0,8) та БАП (0,2) або кінетин (1,25) та БАП (0,25), а мінімальна частка вітрифікованих рослин відмічена за концентрації кінетину 1,0 або 1,5 мг/л.

#### Список літератури

- Jennifer Crane. Medium overlages for Improved Hardening of Micropropagated Potatou // Hort. Sci., 1990 - Vol. 27 - № 7 - P. 794-795.
- Matskevych V., Filipova L. Using cytokinins in berries clonal micropropagation // Агробіологія: збірник наукових праць БНАУ. Біла Церква, 2015. - № 1 (117) - С. 91-95.

3. Zatloukalov M. P., Benítez M. Proteome analysis in *Arabidopsis* reveals shoot — and root-specific targets of cytokinin action and differential regulation of hormonal homeostasis // *Plant Physiol.*, 2013. - 161. - P. 918-930.
4. Веденникова Н. П., Косаківська І. В. Новітні аспекти дослідження цитокінінів: еволюція та взаємодія з іншими фітогормонами // *Фізіологія рослин і генетика*, 2016 - Т. 48 - № 1 - С. 3-19.
5. Власенко М. Ю., Вельямінова-Зернова Л. Д., Мацкевич В. В. Фізіологія рослин з основами біотехнології. Біла Церква, 2006. - 504 с.
6. Калашніков С. Г., Кулик О. П. Вивчення впливу озонування на процеси метаболізму. Місце озонування серед індукторів активності ендогенних цитокінінів // *Вопросы химии и химической технологии*, 2009 - №2 -С. 37-43
7. Мацкевич В. В. Удосконалені методи оздоровлення картоплі від вірусів та використання отриманого матеріалу в первинному насінництві. Автореф. дис. К., 2004 – 20 с.
8. Мацкевич В. В., Подгаєцький А. А., Філіпова Л. М. Мікроклональне розмноження окремих видів рослин (протоколи технологій): науково-практичний посібник. Біла Церква: БНАУ, 2019 - 84 с.
9. Мацкевич О.В., Філіпова Л. М., Мацкевич В. В., Андрієвський В.В. Павловнія: науково-практичний посібник. Біла Церква: БНАУ, 2019 - 80 с.
10. Мацкевич, В. В., Філіпова Л. М., Стадник А. П. Особливості введення *in vitro* та клонального мікророзмноження *Hosta* // *Агроєкологічний журнал*, 2012 - Вип. 4 – С. 26-31.
11. Подгаєцький А. А., Мацкевич В. В., Подгаєцький А. Ан. Особливості мікроклонального розмноження видів рослин. Біла Церква, 2018 - 208с.
12. Скрипченко Н. В., Мацкевич В. В., Філіпова Л. М., Кибенко І. І. Особливості мікроклонального розмноження представників роду *Actinidia*. // *Інтродукція рослин: Міжнародний науковий журнал*. - 2017. - N 1. - С. 88-96
13. Терек О.І., Пацула О. І. Ріст і розвиток рослин: навч. посібник. Львів, 2011. - 328 с.
14. Філіпова Л. М., Мацкевич В. В. Протоколи мікроклонального розмноження аличі, сливи, персика та підщепи персика. Тези доповідей учасників III Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми озеленення населених місць: освіта, наука, виробництво, мистецтво формування ландшафту», 2017, Вип.5 – С.141-142
15. Філіпова Л. М., Мацкевич В. В., Мацкевич О. В. Ризогенез павловнії *in vitro*. // *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Іноваційні технології в агрономії, агрохімії та екології. Землеустрій та кадастри у сучасних умовах: проблеми та вирішення*. Біла Церква, 2018. - С. 123-126.