



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ЗАХИСТУ РОСЛИН, БІОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ЕКОБІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОРІЗНОМАНІТТЯ**

**Х ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-
ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
СТУДЕНТІВ, АСПІРАНТІВ ТА МОЛОДИХ
ВЧЕНИХ «БІОТЕХНОЛОГІЯ:
ЗВЕРШЕННЯ ТА НАДІЇ»**

2-3 травня 2024 р.

м.Київ



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ЗАХИСТУ РОСЛИН, БІОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ**

**X Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих
вчених**

«Біотехнологія: звершення та надії»

2-3 ТРАВНЯ 2024

м. Київ

УДК 60.602/604.63

Збірник містить матеріали доповідей учасників X Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Біотехнологія: звершення та надії», що проходить 2-3 травня 2024 р. на базі кафедри екобіотехнології та біорізноманіття факультету захисту рослин, біотехнологій та екології Національного університету біоресурсів та природокористування України. Мета конференції - підвищення ефективності та якості наукових досліджень, підтримки зв'язків у науковій галузі серед студентів, аспірантів, молодих вчених вищих аграрних навчальних закладів України та країн Європи, представлення, обговорення та використання результатів досліджень. Матеріали конференції надруковані в авторській редакції, автори несуть відповідальність за поданий матеріал.

Відповідальні за випуск: Лобова О.В., Кваско О.Ю.

Ухвалено Вченою радою факультету захисту рослин, біотехнологій та екології (протокол №9 від 23 травня 2024 р.).

ЗМІСТ

Voronets D.S., Taran O.P.

Application of surface plasmon resonance (SPR) method for diagnosing bean common mosaic virus (BCMV).....

8

Dovhii V.V., Taran O.P.

Obtaining recombinant protein P150 of cytomegalovirus for antibody detection in its diagnosis.....

9

Khudiy O.O., Cheban L.M., Khuda L.V., Kovalchuk B.V.The effect of feed additives based on *Chlorella vulgaris* and trimethylglycine on the ratio of proteins and lipids in the hepatopancreas of *Carassius gibelio*.....

10

Levkivskyi I.V., Vishnevskaya O.V.

Investigation of the genetic stability of potato samples in in vitro culture using nickel nanoparticles

12

Yarmolenko V. E., Taran O. P.

Optimization of sample preparation for immunological studies of potato seed material

13

Балажинець Д.І., Кваско О.Ю. Особливості культивування актиноміцетів роду *Streptomyces* у виробництві саліноміцину

14

Бевзюк Д.С., Кваско О.Ю.Фітормедіація кадмію рослинами гірчиці салатної *Brassica juncea* L.....

15

Білунка Д.С., Нестерова Н.Г.Дослідження впливу забруднювачів антропогенного реєстру на водні екосистеми методом цитостатичної реакції культури дафній (*Daphnia pulex / magna*).....

16

Буняк В.О., Гнатюк Т.Т.

Ефективність використання мікродобрих проти фітопатогенних бактерій та мікроміцетів.....

17

Вільховий С.П., Лобова О.В.

Фармацевтичний потенціал рослини Aloe Vitro

18

Воєводська К.М., Субін О.В.

Особливості молекулярно-генетичної діагностики роду Potyvirus.....

19

Войтко М.В., Лісовий М.М.

Біотехнологічні аспекти створення паливних брикетів на основі рослинної сировини.....

21

Герасименко А.С., Прилуцька С.В.

Біосинтез коліцину М у рослинах: нові перспективи для боротьби з бактеріальними інфекціями.....

22

Годованець М.О., Помагайбог С.О.

Обґрунтування елементів ресурсощадних технологій захисту плодів культур від комплексу шкідливих організмів у Лісостепу України.....

23

Горіславський Б.В., Субін О.В.

Застосування ферментних препаратів для інтенсифікації процесу затирання у виробництві пива.....	24
Гулько Т.С., Бородай В.В. Оптимізація молочнокислих заквасок у молочній промисловості.....	24
Даневич В. А., Кваско О.Ю. Біотехнологічні методи ідентифікації бактеріозів рослин баклажану (<i>Solanum melongena</i> L.)	26
Дідур Є. О., Прилуцька С. В. Використання вуглецевих наночастинок при вирощуванні зернових культур для підвищення ефективності доставки поживних речовин.....	28
Діхтяренко О.М., Туровнік Ю.А. Ефективність препаратів Мікохелп та Фітохелп щодо збудника кореневої гнилі зернових культур.....	29
Заварін М. А., Бойко О.А. Гриб <i>Volvariella volcea</i> у біотехнології: інноваційні можливості для сталого розвитку.....	31
Зелінська А.В., Нестерова Н.Г. Аспекти посухостійкості декоративних деревних видів рослин як елементів озеленення міст.....	32
Іванова Т.Д., Коломієць Ю.В. Порівняння двох методів визначення патогенних мікроорганізмів при перевірці безпеки харчової продукції на наявність <i>Campylobacter</i>	34
Климчук А.І., Таран О.П. Дослідження збереження антигенних властивостей вірусних ізолятів для позитивного контролю в імуноферментному аналізі.....	35
Коковін М.І, Галузінський М.О, Прилуцька С.В. Регуляція стресостійкості у сільськогосподарських культур вуглецевими частинками за вмістом вторинних метаболітів.....	36
Кондратюк Д.О., Кваско О.Ю. Бактеріози рослин картоплі <i>Solanum tuberosum</i> L.	37
Корнілова О.О., Кляченко О.Л. Збереження Клематиса маджурського введеного в культуру <i>in vitro</i>	38
Косовська Н.А., Маценко Я. С., Яковлева А.С., Бородай В. В. Активність ґрунтових мікроорганізмів у ризосфері <i>Glycine max</i> L.	40
Костючек О.С., Лобова О.В. Експериментальні дослідження щодо введення верби в культуру <i>in vitro</i>	42
Кущенко К.С, Кляченко О.Л. Каллюсогенез гвоздики голландської (<i>Dianthus caryophyllus</i> L.) в культурі <i>in vitro</i>	43

Леонова Т.Р., Дашченко А.В. Роль посушливих умов в інтенсивності ураження культури <i>Tricum aestivum</i> L. хворобами.....	45
Литвиненко О. І., Дрозд П. Ю. Роль рослинних мікробіомів у захисті від хвороб.....	46
Литвиненко С. А., Таран О. П. Розробка підходів для оцінки фітотоксичності органічних субстратів з харчових побутових відходів	47
Магдійчук А.П. Перспективи вирощування енергокультур в межах кар'єрно-відвальних комплексів	49
Майданович Н.Р., Лобова О.В. Введення в культуру <i>in vitro</i> Шавлії лікарської.....	50
Манжура О.А., Кваско О.Ю. Визначення вмісту фруктозовмісних цукрів в рослинах астрагалу шерстистоквіткового	52
Матвієнко А. О., Лобова О.В. Особливості мікроклонального розмноження тюльпану в умовах <i>in vitro</i>	53
Моргун Є.Є., Кляченко О.Л. Морфогенез <i>Stevia rebaudiana bertonii</i> та технологія збереження рослин <i>in vitro</i>	54
Наумовська О., Молдаван Л., Лелюшок С. Ефективність вермикомпостування органічних відходів урбоценозів.....	55
Неліна Н.О., Нестерова Н.Г. Аспекти використання перспективних форм деревних рослин роду <i>Robinia</i> в озелененні м. Київ	57
Нікішина К., Кваско О.Ю. Отримання культури “бородатих” коренів жимолості.....	58
Павленко Ю.С., Коломієць Ю.В. Мікроклональне розмноження <i>Thuja occidentalis</i> в умовах <i>in vitro</i>	59
Пигичко Р.О., Бойко О.А. Біологічно активні компоненти та мінеральні солі: ключові фактори у рості <i>Pleurotus ostreatus</i>	60
Помагайбог С.О., Годованець М.О. Оптимізація системи захисту польових культур від шкідливих організмів за ресурсоощадних технологій у Лісостепу України.....	61
Помагайбог С.О., Годованець М.О. Особливості формування агроценозів за екологічно- й економічно обґрунтованих заходів контролю комах фітофагів у Лісостепу України.....	62

Пула В.С., Коломієць Ю.В. Ініціація клітинної суспензії <i>Nepenthes mirabilis</i>	63
Самолук А. А. Коломієць Ю. В. Особливості культивування <i>Daucus carota in vitro</i> для підвищення біорезистентності та виробництва корисних біопродуктів.....	64
Савіцька Л. В., Нестерова Н. Г. Використання рослин роду <i>Fagaceae</i> в озелененні міст.....	65
Северін С.М., Ткаченко Т.А. Перспективні напрямки використання вуглецевих наноматеріалів у сільському господарстві.....	67
Сідорович Є.А., Нестерова Н.Г. Аспекти впливу засолення ґрунту за дії 6-бап на фізіологічні показники рослин кукурудзи <i>Zea mays</i> L.	69
Сірик А.Є., Бойко О.А. Вплив біологічних активних речовин грибів роду <i>Daedaleopsis</i> J.Schröt. на ріст і розвиток овочевих культур.....	
Сипченко О.Ю., Лобова О.В. Мікроклональне розмноження Змієголовника молдавського (<i>Dracocephalum moldavica</i> L.)	71
Словінський В.В., Бородай В.В. Ефективність комплексного застосування біопрепаратів в технології вирощування сої.....	72
Сокол Д. О., Дрозд П. Ю. Моніторинг впливу інвазивних чужорідних видів на біорізноманіття водних екосистем.....	73
Хоменко Д.С., Лісовий М.М. Пробіотичні штами лакто- та біфідобактерій.....	75
Хомюк М.П., Кваско О.Ю. Особливості калусогенезу рослин монарди лимонної (<i>Monarda citriodora</i> Cerv. ex Lag.)	76
Швець Д. О. Бойко О. А. Характеристика ксилотрофних базидієвих грибів та їх використання в моніторингу екологічних систем.....	78
Шевченко А.В. Оптимізація біотехнології виробництва вакцин для птахівництва.....	78
Шкарбан П.О., Таран О.П.	

Дослідження біосенсорного детектування мікотоксинів в різних матрицях.....	80
Шляхтун І.С., Кляченко О.Л. Морфологічна різноякісність калюсних тканин Лаванди вузьколистогої (<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.)	81
Шмальова М.С., Лісовий М.М. Молочнокислі бактерії у виробництві сирів.....	83
Шмиголь П.А., Бойко О.А. Можливості застосування полісахаридів грибів <i>Pleurotus ostreatus</i> Kumm. у сільському господарстві: переваги та виклики.....	85
Шпаковський І.В., Кваско О.Ю. Шляхи повоєнного відновлення лісових екосистем на території України.....	86
Васильчук А.О., Коломієць Ю.В. Мікроклональне розмноження лохини	88

УДК 636.09:616.993.192–07:636.2

Voronets D.S., Taran O.P.

**APPLICATION OF SURFACE PLASMON RESONANCE (SPR) METHOD FOR DIAGNOSING
BEAN COMMON MOSAIC VIRUS (BCMV)**

The National University of life and environmental sciences of Ukraine

Heroiv Oborony, 15, Kyiv, 03041, Ukraine

e-mail: dimavoronets01@gmail.com

The study of plant viruses opens up significant opportunities for clarifying the relationships between organisms in various coenoses, which is important for understanding and finding methods of maintaining the stability of natural ecosystems, as well as artificially created ones, such as The study of plant viruses opens up significant opportunities for clarifying the relationships between organisms in various coenoses, which is important for understanding and finding methods of maintaining the stability of natural ecosystems, as well as artificially created ones, such as agroecosystems. Plant viruses cause significant crop yield losses every year. For example, it is believed that the presence of 1% of infected plants in potato plantations leads to a decrease in yield by 1%, and the infection of plantations can reach tens of percent (Shruthi Murali et al., 2022). In addition, the changing climate scenario and global warming may lead to a sharp increase in the prevalence and severity of such diseases worldwide, making the fight against them even more difficult. Plant viruses cause significant crop yield losses every year. For example, it is believed that the presence of 1% of infected plants in potato plantations leads to a decrease in yield by 1%, and the infection of plantations can reach tens of percent (Shruthi Murali et al., 2022). In addition, the changing climate scenario and global warming may lead to a sharp increase in the prevalence and severity of such diseases worldwide, making the fight against them even more difficult.

The purpose of our work is to adapt the method of surface plasmon resonance (SPR) for diagnosing common bean mosaic virus. Bean common mosaic virus (BCMV) is one of the most damaging and widespread bean viruses. The pathogen can be transmitted with seeds and pollen with a fairly high frequency. With effective spread by vectors of susceptible crops, even a low level of seed contamination can lead to an epidemic situation. In Ukraine, BCMV is widespread in all legume growing zones and can cause serious crop losses. Therefore, it is important to detect infected seeds in the early stages (Kirichenko et al., 2020).

The developed method can be used as an effective tool for early diagnosis and monitoring of BCMV in growing beans, contributing to crop preservation and environmental sustainability of the agricultural sector. It can go beyond the control of viral plant diseases, improving environmental sustainability and agricultural efficiency. For the further development of this direction, it is necessary to conduct additional research on the optimization of the method and its implementation in practice (Park, et al., 2015).

That is why our work is aimed at the development and optimization of the SPR method for the diagnosis of BCMV in bean plants. This includes the development of specific biosensors and sample-handling protocols. We are conducting a series of experiments to determine the sensitivity and specificity of our method for detecting BCMV in bean plants. For this, we use the "Plasmotest" device, developed by the Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine. This implements the principle of surface plasmon resonance (Homola, 2006). and modern approaches to visualization of the results of reactions with a ligand and an analyte on a functionalized surface were applied (Sun et al., 2014). To compare the results of the study, the ELISA method was used from lyophilized samples of bean plants with symptoms of viral infection.

When studying the immobilization of antibodies to BCMV on the surface of the biosensor and the binding of viral particles by this ligand, the change in the resonance angle was within 0.3-0.4 degrees. We also observed a long-term stable value of the resonance angle - 62.8-62.9 degrees at the stage of formation of immune complexes, which indicates the stability of the binding of the analyte-viral particles to the ligand - antibodies.

Thus, the possibility of immobilization of antibodies to BCMV as ligands and detection of virus particles using an immune reaction between antibodies and capsid proteins on the surface of the PPR-biosensor transducer is shown. The obtained results can be used to improve diagnostic tests based on antibodies to plant viruses.

The use of SPR in biological research opens up new perspectives for accurate and sensitive detection of pathogens in agriculture. These research findings are important for ensuring the sustainability of bean cultivation and maintaining ecological balance in agriculture.

УДК 578.74, 578.4

Dovhyy V.V., Taran O.P.

OBTAINING RECOMBINANT PROTEIN P150 OF CYTOMEGALOVIRUS FOR ANTIBODY DETECTION IN ITS DIAGNOSIS

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: vovamccallister07@gmail.com

Public health protection is always a priority task for scientific groups and government organizations, especially concerning viral infections that have innate transmission characteristics or unclear dissemination pathways. Such infections can significantly affect the population's health, especially during crisis periods such as a pandemic or forced migration due to warfare. Diagnosing the pathogens of such infections is crucial for their control and treatment of the diseases they cause. Cytomegalovirus (CMV) is a widespread viral pathogen from the *Herpesviridae* family, also known as human herpesvirus type 5 (HHV-5). CMV is a common infection, especially in developed countries, infecting 60-70% of the adult population. The virus is often detected in tissue transplant recipients. This virus is noted for a large number of genes that allow it to evade innate and acquired immune responses.

The impact of the infection varies greatly, from the absence of symptoms in the patient to serious organ damage in individuals with congenital CMV infection. Specific IgM antibodies to CMV serve as a marker of active or recent infection, as their synthesis and secretion peak during the first weeks of the acute phase. Serological tests, such as the solid-phase enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), are widely used to detect IgM to CMV. Accordingly, it has been shown that Western blotting with viral polypeptides is effective in detecting IgM antibodies specific to CMV. The most promising proteins that demonstrated high immunoreactivity for antibody detection are p150, p82, p65, and p38. The need for serological diagnosis is current, as the presence of IgM antibodies to the CMV antigen in the human body may indicate the acquisition of accompanying complications.

The purpose of the study was to improve the methodology for obtaining recombinant protein p150 and its characterization. The research was conducted at the scientific-production enterprise LLC «XEMA» in Kyiv, Ukraine.

For the development of the recombinant p150 fragment with an immunodominant epitope, the following biotechnological approaches were used: genetic engineering methods, metal-affinity chromatography, and enzyme-linked immunosorbent assay. The concentration of recombinant p150 was determined using a system for detecting proteins and peptides on a Qubit 4 fluorimeter (manufacturer *Thermo Fisher Scientific*). The purity of the obtained recombinant protein was determined by polyacrylamide gel electrophoresis. The ability of the obtained recombinant protein to bind with antibodies was checked by ELISA.

To check the purity of the recombinant p150 fragment for the presence of impurities of other proteins that were not purified, and the presence of dimers, the sample of eluate was applied to a polyacrylamide gel in concentrations of 5 µg with and without the addition of mercaptoethanol, using bovine serum albumin as a reference at a concentration of 10 µg per well.

According to the results, we obtained recombinant p150, which, according to gel electrophoresis results, has the necessary purity for further use in serological analysis and for creating test systems for diagnosing IgM antibodies to CMV.

UDK 639.312 : 611.36

Khudiy O.O., Cheban L.M., Khuda L.V., Kovalchuk B.V.

THE EFFECT OF FEED ADDITIVES BASED ON CHLORELLA VULGARIS AND
TRIMETHYLGLYCINE ON THE RATIO OF PROTEINS AND LIPIDS IN THE
HEPATOPANCREAS OF CARASSIUS GIBELIO

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University,

Kotsiubynsky 2 Str., Chernivtsi, 58012, Ukraine

e-mail: khudyi.oleksandr@chnu.edu.ua

Feed is the main way fish obtain food and energy in aquaculture, providing the material and energy basis for vital activities such as fish survival, growth and reproduction. Different types of attractants are often added to feed to improve bait palatability, feed intake and fish growth, reduce feed waste to save aquaculture costs. Improving the palatability of feed is a crucial way to increase feed consumption by fish. Many substances, such as nucleosides, nucleotides, L-amino acids and marine extracts, have been demonstrated to stimulate the appetite of fish (Padney et al. 2019). Probably with similar properties has a methylated derivative of the amino acid glycine - trimethylglycine, known also as betaine. Betaine is often used as a feed additive in three chemical forms, namely betaine anhydrous, betaine monohydrate and betaine hydrochloride. According to the literature, the addition of betaine has significant effect on growth promotion of juvenile fish and shrimp and improvement survival rate (Ismail et al., 2020).

The introduction of additives of plant origin, in particular higher plants and algae, to feed also shows positive results (Wells et al., 2017). As a plant additive, we chose the biomass of green algae *Chlorella vulgaris*. The biomass of this algae is characterized by a rather high protein content - about 50%, the lipid content ranges from 15 - 35% depending on the methods of cultivation, about 15 - 25% is carbohydrates. In addition, native chlorella biomass contains water-soluble vitamins and sufficient carotenoids (Spínola et al., 2023). The introduction of about 10% biomass suspension of this algae as a feed additive will diversify the diet of *Carassius gibelio* and provide them with amino acids and proteins.

The feeding behavior of fish is the result of the regulation of many tissues and organs. Fish first receive information from both the internal and external environment using their senses, which is then converted into neural signals and transmitted to the brain (Padney et al. 2019). After analysis by the central nervous system, the signals will be integrated and then sent to the effector, resulting in the corresponding physical activity of the body. Fish feed consumption is closely related to appetite, which is regulated by related hormones. Most studies on the effects of attractants on appetite have focused on mammals, especially rodents, while little is known about the effects on fish.

It is likely that the independent use of biomass as a feed supplement alga or trimethylglycine, and their combinations, should cause an effect on feed consumption by fish and the rate of accumulation of their body weight.

Thus, the aim of this study was to analyze the effect of feed additives with trimethylglycine and algae biomass on the ratio of proteins and lipids in the hepatopancreas of *Carassius gibelio*. The obtained data can become effective in promoting the cultivation of *Carassius gibelio*.

The research was conducted on *Carassius gibelio*, the average body weight of which was 13.5 g. All manipulations and maintenance of these animals were carried out in accordance with the provisions of the "European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Research and Other Scientific Purposes" and principles bioethics of animal participation in experiments.

Chlorella vulgaris algae biomass was also used. The accumulative culture of algae is maintained in the collection of the Department of Biochemistry and Biotechnology of ChNU on Tamiya nutrient medium. The suspension of *Chlorella vulgaris* in the stationary phase of growth, when the culture is characterized by the maximum number of cells and their maximum biomass. The concentration of cells in the suspension was 6.1×10^4 c/ml. They also used a commercial sample of the drug betaine hydrochloride 96% from the company "Carp Classic Baits".

The fish were divided into 4 groups: K – control, BT – betaine supplement, B – chlorella culture supplement, BT+B – betaine and algae supplement. The fish received standard production granulated feed "Aller aqua bronze" (diameter 3 mm), supplemented with appropriate additives.

The fish were kept in plastic tubs filled with settled water, access to oxygen was ensured thanks to aquarium aerators. Feeding lasted 42 days, samples were taken on days 21 and 42.

Determination of the total amount of proteins in the hepatopancreas of fish was carried out according to the Lowry method. Determination of the total amount of lipids in the hepatopancreas of fish was carried out by the photometric method. The principle of the method is based on the reaction of the breakdown of unsaturated lipids. The decay products interact with the phosphovanillin reagent to form a pink colored complex with an absorption maximum of 530 nm. The research was carried out in 6-fold repetition. The mean (M) and standard error of the mean (m) were calculated for all data. Student's t-test was used for parametric data. The results were considered reliable at $p \leq 0.05$.

The results of the conducted research in general demonstrated an increase in biomass and body size of fish during the entire period of cultivation and feeding with feed with additives. It is known that additives of attractants can influence the deposition of fat and improve the quality of meat. In addition, betaine can contribute to the redistribution of fat in the body of animals.

In the samples of the hepatopancreas of animals of the BT group and the B group, no significant differences in the amount of proteins were established either on the 21st day of feeding or on the following period. The addition of *Chlorella vulgaris* to fish diets can be considered as an additional source of protein and amino acids. Also, according to some information, the presence of betaine improves the assimilation of feed proteins. This is obvious and became the reason for the increase in the number of proteins in the hepatopancreas of the crucian carp of the experimental group BT+B.

As for lipids, their highest content was recorded in the BT group of animals. The index of total lipids increased during the first 21 days of feeding by an average of 17.5-20% relative to control values. On the 42nd day of feeding, the indicator of the amount of total lipids in this group remained unchanged. No influence on the index of total lipids in the hepatopancreas of crucians, to which chlorella was added as a feed additive, was established. However, in the BT+B group of fish, for 42 days of feeding with the combined supplement, it was possible to reduce the index of total lipids from 55% to 45%.

Therefore, the optimal ratio of total proteins and total lipids was established in the hepatopancreas of *Carassius gibelio*, in the diet of which *Chlorella vulgaris* biomass and trimethylglycine were simultaneously introduced. The use of the same trimethylglycine as a feed additive led to an increase in the amount of total lipids in the hepatopancreas of *Carassius gibelio*.

UDK 578.4:578.864. (635.21)

Levkivskiy I.V., Vishnevskaya O.V.

INVESTIGATION OF THE GENETIC STABILITY OF POTATO SAMPLES IN IN VITRO CULTURE USING NICKEL NANOPARTICLES

*Institute for potato research of the National academy of agrarian sciences of Ukraine
22 Yaroslava Mudrogo str., town Nemishaeve, Buchansky district, Kyiv region, Ukraine
kasabionua@gmail.com*

To obtain virus-free seed material, the release of potato culture from pathogens using physical and chemical methods is actively used. However, cultivating plants in vitro and using chemical compounds for treatment can potentially affect the genetic stability of regenerating plants. According to many studies, in vitro conditions can lead to the appearance of heterogeneous plants not only in economic and valuable indicators but also because plants can have phenotypic differences and different periods of phenophases (Bornet et al., 2002). Therefore, in potato seed production, a necessary condition is the control over several years of virus-free lines for economically valuable indicators, phenotype, and genotype.

Today, the use of DNA fingerprints is an effective method of identification of varieties and monitoring the genetic stability of cultivated plants. The most common and accessible methods for detecting polymorphism in DNA sequences are polymorphism analysis using PCR-RAPD and ISSR. However, the most effective technology for detecting polymorphism at the DNA level is the use of a "microchip" based on single nucleotide polymorphism - (Single Nucleotide Polymorphism, SNP) (Xi-ou Xiao et al. 2023). This method makes genetic analysis as specialized as possible and allows for studying differences at the tissue level of the same organism. It is also promising to determine the genetic structure of regenerant lines by microsatellite loci (SSR locus (Simple Sequence Repeats)), which is carried out using the polymerase chain reaction (PCR) (Tillault, Yevtushenko, 2019).

Our work was aimed at evaluating the genetic stability of potato samples in in vitro culture after the application of nickel nanoparticles (NP-Ni). The preparation of nanoparticles was kindly provided by Doctor of Technical Sciences Kaplunenko V.G. (ToV "Nanomaterials and nanotechnologies") (Kosinov, Kaplunenko, 2007). The study was conducted with samples of Zhytnytsia and Misteria potato varieties cultivated in vitro on a nutrient medium with the addition of NP-Ni.

DNA from a 50 mg plant sample was isolated using the NeoPrep DNA_plant kit (manufactured by Neogene, Ukraine), resulting in 80 µl of a solution containing DNA at a concentration of about 30 ng/µl). 10 µl of this solution was taken for PCR.

PCR was performed using the PCR Mix 2x set from Neogene with the following temperature regime: melting temperature-94°C/1 min., hybridization temperature-50°C/1 min., synthesis 72°C/1 min., number of amplification cycles 35. The nucleotide sequence of the SSR primers (concentration in the final solution was 0.2 µM) was as follows (5'-3'): STM 5148 F: tct tct tga tga cag ctt cg; STM 5148 R: acc tca gat agt tgc cat gtc a; STM 3012 F: caa ctc aaa cca gaa ggc aaa; STM 3012 R: gag aaa tgg gca caa aaa aca.

The results. A sample was considered typical if the number and length of bands in its electrophoretic profile were identical to the control gel lane. Amplicons with a molecular weight of 450 and 470 bp were characteristic of samples of the Zhytnytsia variety. with primers STM 5148. With primers STM 3012, this variety formed amplicons with a molecular weight of 150 and 210 bp. At the same time, the number and molecular weight of amplicons were identical both in the plant sample before the use of the nanoparticle drug and in the sample after the use of this drug.

Amplicons with a molecular weight of 420 bp were characteristic of the Mystery variety with primers STM 5148 and 150 and 210 bp from STM 3012. The number and molecular weight of the amplicons were also identical in both samples after the application of the nanoparticle preparation and in the original plant sample. Thus, studies have shown that the use of Ni

nanoparticles does not affect the genetic stability of plants in vitro and does not cause a mutagenic effect.

UDK 57.086.3:581.817:578.863

Yarmolenko V. E., Taran O. P.

OPTIMIZATION OF SAMPLE PREPARATION FOR IMMUNOLOGICAL STUDIES OF POTATO SEED MATERIAL

The National University of life and environmental sciences of Ukraine

St. Heroiv Oborony 15, Kyiv, 03041, Ukraine

e-mail: vikaya03@gmail.com

Maintaining healthy seed material of potato (*Solanum tuberosum*, L.) requires several procedures, including field inspection of plantations and post-harvest control. According to the UNECE Standard S-1 of the United Nations Economic Commission for Europe, post-harvest control of seed material during the current season is a necessary and important stage in the production of potato seeds (UNECE Standard S-1, 2021). Immunological studies of potato seed material play an important role in ensuring the quality and safety of this strategically important cultivated plant species. However, to achieve the best results in such studies, it is necessary to optimize the preparation of samples for immunological analysis.

One of the key aspects of optimization is selecting the method for extracting biomolecules from potato material. The effectiveness of this process is determined by the quality and quantity of biomolecules obtained, such as proteins, nucleic acids, and others. The choice of the optimal extraction method should be made taking into account the characteristics of the potato, its cellular structure, and the composition of biomolecules. In addition, an important aspect of optimization is to maintain the immunogenicity of the samples during their preparation. Maintaining the stability and activity of antigens in potato samples ensures the reliability of immunoassays and the validity of the results obtained. Our study aimed to optimize the cultivation of seed potato samples for postharvest control of virus infection.

Research methodology. The research was conducted at the Institute of Potato Growing of NAAS with potato tubers of the Skarbnitsa variety. Cone cuts were isolated from tubers using a device for cutting out the eyes (MEKU, Erich Pollahne GmbH, Germany). Immediately after isolation, the indices were treated with a solution of gibberellic acid GK3 (control) at a concentration of 1 g/l or with Cametur (6-methyl-2-mercapto-4-hydroxypyrimidine potassium salt, Mm = 181.28) at a concentration of 10⁻⁷ M. The drug was synthesized at the V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine (Tsygankova V.A et al., 2022). After treatment, the indices were planted in soil substrate in boxes and grown under illumination with DRL-400 lamps and a light period of 16 hours. Care for the index consisted of periodic watering to maintain optimal substrate moisture.

Viruses were diagnosed using test systems manufactured by LOEWE® Biochemica GmbH (Sauerlach, Germany). The content of viruses affecting potatoes was determined: PVY, PVS, PVM, PVX, and PLRV. A multichannel system with 96 pipette tips (MEKU, Erich Pollahne GmbH, Germany) was used to transfer juice samples from microtubes to a 96-well plate for microtitration (MEKU, Erich Pollahne GmbH, Germany). The results of the enzyme-linked immunosorbent assay were read using an ELx808™ spectrophotometer (BioTek, USA).

Research results. The traditional method used to test potato seed lots involves growing tubers treated with a plant hormone (gibberellic acid), as the inability of potato buds to germinate due to tuber dormancy is a serious problem. The method also uses visual inspection and immunological tests on the leaves of young seedlings, which involves a significant amount of work and requires large greenhouse space to grow plants (Zahn V. et al., 2011). Virus reproduction in the plant is a long process and test results can be available only after four to eight weeks. The use of the gibberellic acid (GC3) growth regulator is a crucial point in this procedure, as it is important that the concentration of the phytohormone does not lead to negative effects on plant development,

which can have a suppressive effect on the accumulation of viral infection and, accordingly, its subsequent detection by visual and instrumental methods. However, quite often the impact of the phytohormone is manifested in the formation of etiolated elongated potato shoots with poorly developed leaf blades. Given that the accumulation of the virus and, accordingly, the effectiveness of its testing depends on the development of the leaf, it often takes up to 2-3 weeks for the plant to adapt to the aftereffects of gibberellic acid and form leaves of sufficient size. Potato plants with Cametur formed low shoots - 5-7 cm, and in the control - 12-14 cm. The leaf surface area was 2.1 cm² in the control, while in the Cametur treatment, it was 11.2 cm². However, the treatment with the preparation slightly reduced the germination of indices - in the control it was 97%, and in the variant - 94%. The treatment had no significant effect on the detection of viral infection compared to the control. Thus, given that the treatment with Cametur significantly increases the leaf surface area of the indices, which simplifies the performance of enzyme-linked immunosorbent assay, it is advisable to use the preparation in the post-harvest control of potato seed lots.

УДК 606:636.09:615

Балажинець Д.І., Кваско О.Ю.

ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТИВУВАННЯ АКТИНОМІЦЕТІВ РОДУ *STREPTOMYCES* У ВИРОБНИЦТВІ САЛІНОМІЦИНУ

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: kvasko.olena@gmail.com*

Актиноміцети, зокрема представники роду *Streptomyces*, є одними з найважливіших мікроорганізмів у біотехнології. Вони синтезують широкий спектр вторинних метаболітів, серед яких антибіотики, імуносупресанти та протипухлинні препарати. Одним із таких продуктів є саліноміцин, що демонструє високу активність проти патогенних мікроорганізмів і ракових клітин, зокрема стовбурових клітин пухлин. Оптимізація умов культивування *Streptomyces* є ключовим етапом для підвищення продуктивності синтезу цих біологічно активних сполук.

Метою дослідження було визначити оптимальні умови культивування штаму *Streptomyces albus* ZD11 для максимального синтезу саліноміцину. Основними завданнями стали вивчення впливу складу поживного середовища, температури, рН та тривалості культивування на вихід біомаси та продукцію саліноміцину.

У дослідженні використовували модифікований штам *Streptomyces albus* ZD11, відомий своєю здатністю до синтезу саліноміцину. Культивування проводили на різних поживних середовищах: солодово-дріжджовому бульйоні, гліцеро-аспарагіновому бульйоні та бульйоні Гаузе. Вивчали вплив різних джерел вуглецю (глюкози, фруктози, мальтози) та азоту (аспарагіну, NH₄Cl, цистеїну) на ріст і синтез антибіотика. Дослідження фізико-хімічних параметрів охоплювало температурний діапазон від 24°C до 35°C, рН середовища від 5,0 до 9,0, а також різні тривалості культивування (від 3 до 10 діб).

Дослідження показали, що найкращі результати забезпечує солодово-дріжджовий бульйон із додаванням 15–20 г/л глюкози. За цих умов вихід біомаси досягав 9,6 г/л, а концентрація саліноміцину становила 192,0 мг/л. З інших поживних середовищ гліцеро-аспарагіновий бульйон також продемонстрував задовільні результати, однак його продуктивність була нижчою. Оптимальні фізико-хімічні параметри включали температуру культивування 28°C і рН середовища 6,5. Саме за цих умов синтез саліноміцину був максимальним — 196,0 мг/л. Тривалість культивування значно впливала на продуктивність: пік синтезу антибіотика спостерігався на 7–8 добу. Подальше продовження терміну культивування не покращувало результатів, а в деяких випадках навіть знижувало концентрацію активної речовини.

Таким чином, оптимізовані умови культивування *Streptomyces albus* ZD11 включають використання солодово-дріжджового бульйону з 15–20 г/л глюкози при температурі 28°C і

pH 6,5. Найвищий синтез саліноміцину досягається на 7–8 добу культивування. Результати цього дослідження можуть бути використані для масштабування процесу в промислових умовах з метою підвищення продуктивності отримання біологічно активних речовин.

УДК 631.416.8:631.851

Бевзюк Д.С., Кваско О.Ю.

**ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ КАДМІЮ РОСЛИНАМИ ГІРЧИЦІ САЛАТНОЇ
BRASSICA JUNCEAE L.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: kvasko.olena@gmail.com*

Останнім часом набуває особливої актуальності проблема забруднення навколишнього середовища важкими металами як наслідок індустріалізації та урбанізації, так і активних військових дій на території України. Джерелом важких металів можуть слугувати стічні води нафтогазової промисловості, фосфорні добрива у сільському господарстві, осад стічних вод, видобуток і виплавка металів, пестициди, гальванічне покриття та спалювання викопного палива, а також боєприпаси, снаряди та вибухонебезпечні предмети. Одним із підходів до відновлення земель є застосування здатності низки видів рослин до вилучення та видалення елементарних забруднювачів або зниження їхньої біодоступності в ґрунті — фіторемедіація. Після завершення фіторемедіації, використані рослини можуть бути зібрані та спалені з подальшою переробкою металів або захороненням на звалищі. Це призведе до зменшення забруднення металами із забрудненої ділянки.

Враховуючи вище зазначене метою даної роботи було вивчення здатності рослин гірчиці салатної *Brassica juncea* до поглинання кадмію з водного середовища.

Результати досліджень показали, що накопичення біомаси рослинами *B. juncea* в присутності 5, 10, 20 та 50 мкг/мл кадмію достовірно не відрізнялось від контролю, що дозволяє зробити висновок, що рослини гірчиці салатної можна віднести до толерантних по відношенню до досліджуваного важкого металу. Було визначено, що протягом 21 доби культивування концентрація кадмію у живильному середовищі пропорційно знижувалась, про що свідчить про успішне поглинання даного металу рослинами *B. juncea*, причому метал накопичувався у більшій кількості в коренях рослин гірчиці салатної у порівнянні з пагонами.

Таким чином, рослини *B. juncea* здатні поглинати кадмій з водного середовища, причому більше кадмію накопичується в коренях рослин гірчиці салатної порівняно з пагонами. Результати наших досліджень продемонстрували потенційну можливість використання *B. juncea* для ремедіації важких металів (зокрема, кадмієм) із забрудненого водного середовища. Цю рослину можна вирощувати на територіях, забруднених важкими металами (зокрема, кадмієм), а потім вилучити, спалити та захоронити для безпечної утилізації.

УДК 574.64

Білунка Д.С., Нестерова Н.Г.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАБРУДНЮВАЧІВ АНТРОПОГЕННОГО РЕЄСТРУ НА ВОДНІ
ЕКОСИСТЕМИ МЕТОДОМ ЦИТОСТАТИЧНОЇ РЕАКЦІЇ КУЛЬТУРИ ДАФНІЙ (DAPHNIA
PULEX / MAGNA)**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: rejuvenationfund@gmail.com*

Найбільшого негативного впливу в процесі інтенсифікації забруднення зазнає саме гідросфера, оскільки її здатність до самоочищення знижується пропорційно підвищенню темпів нанесення шкоди [1]. Серед усіх можливих напрямків вирішення даної проблеми вирізняється ефективний, екологічно безпечний та економічно доцільний біологічний метод фіторе mediaції водними культурами. Отже, метою нашої роботи було дослідження можливостей використання багаторічних декоративних рослин на прикладі очерету звичайного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud) задля біоре mediaції водним міського та приміського значення. За коефіцієнтом біологічного накопичення очерет виступає гіперакумулянтом цілого спектру мікро- і макроелементів, – а, враховуючи оптимальну збалансовану масу гідрофіту, – вважається перспективним ремедіантом [2].

Відбір об'єктів дослідження відбувався на стадії пізньої вегетації – у літній період 2023 року на березі господарчого резервуару лісництва «Яківці» (Кіровоградська область). Уніфікація відібраних зразків проводилася за стандартною методикою візуальної діагностики стану водних об'єктів [3]. У лабораторних умовах рослини акліматизували при контрольованих характеристиках теплиці (освітлення – 6 тис. люкс, вологість повітря – 60 %, тривалість світлового дня – 16 / 8 год). Морфометричні показники, – довжину кореневої системи, наростання стебла та сирієї маси, – розраховували за прийнятими методиками. Цитостатичну активність культури *Daphnia magna* оцінювали за показниками смертності та плавальної поведінки в умовах гострого забруднення групами токсикантів (відходи нафтової промисловості, органічні добрива, лакофарбові розчинники). В якості загальних контролів було взято позитивний (дафнії з культурою очерету) та три негативні – культура дафній з токсикантами [4].

У результаті проведених досліджень морфометричних показників *P. australis* відмічено незначне наростання вегетативної маси стебла на 7 добу (+ 0,5 см) і різке збільшення росту на 14 добу – до + 5 см / 5,5 см. Після 16 доби спостерігалось певне сповільнення росту із наростанням + 4 см / 9,5 см на 21 добу та + 4 см / 13,5 см на 28 добу. Показники збільшення маси кореня мають аналогічну динаміку, але з інтенсивнішим наростанням на 21 добу. Це свідчить про високий адаптаційний потенціал культури (10-14 діб); а відносне сповільнення росту пагона і кореня, вірогідно, спровоковане виходом на логарифмічну фазу. Тобто, нами підтверджено факт того, що очерет звичайний володіє властивістю успішно пристосовуватися до навколишніх стресів та змін місцезростання. Це є актуальним при розробленні, створенні плаваючих «біоплато» зокрема. Цитотоксичний метод реалізували на культурі *D. magna*, котра є чутливим біологічним елементом відносно зміни екосистемних умов. Дослідженнями встановлено: відсоток життєздатності з позитивного контролю становив 50 од. (або 13 особин; усього – 26), а з негативних контролів – повністю летальний (99,9 %). Нами виявлено, що очерет спроможний акумулювати певні дози забруднюючих речовин, оскільки у дослідних варіантах «забруднювач + очерет» життєздатність дафній була вищою (у порівнянні з негативними контролями). У варіанті з відходами нафтової промисловості ми спостерігали усього 2 живі особини, які відзначалися зниженням швидкості руху. Варіант з органічним добривом мав відсоток життєздатності – 28 од. (7 особин). У варіанті з відходами лакофарбових розчинників – 20 % (5 особин). Отримані дані свідчать про середній відсоток життєздатності у позитивному контролі внаслідок збідненості субстрату, а відповідь дослідних варіантів підтверджує статус очерету як раціонального, максимально дієвого тест-об'єкта за умови саме органічного забруднення.

Тест-відповіді щодо підвищеного виживання та рухливості дафній у варіанті з відходами органічних добрив і майже летальних показників для відходів нафтової промисловості, очевидно, свідчать про специфічну сприйнятливості / несприйнятливості очерету до даних типів забруднювачів. Тож доцільно комбінувати різноманітні види фіторе mediaнтів, доповнюючи композиції стаціонарних та плаваючих «біоплато» позиціями, що абсорбують конкретні полутанти.

Список використаної літератури

1. Бузіна І. М., Головань Л. В., Чуприна Ю. Ю. Екологічні біотехнології очищення водних екосистем. Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва. URL: http://www.wra-journal.ksauniv.ks.ua/archives/2021/1_2021/3.pdf.

2. Баранов В. І., Книш І. М., Блайда І. А., Ващук С. П., Гавриляк В. С. Очерет звичайний – фіторемедіант важких металів у дренажних канавах породних відвалів вугільних шахт. Львівський національний університет імені Івана Франка. URL: <http://publications.lnu.edu.ua/journals/index.php/biology/article/viewFile/295/294>.

3. Спосіб діагностики екологічного стану водної екосистеми : пат. на корисну модель 88189 Україна / [Висоцька О. В., Порван А. П., Беспалов Ю. Г., Жолткевич Г. М., Носов К. В., Кобрін В. М.]. ХНУРЕ, 2014.

4. Шевальє, Дж., Харскоет, Е., Келлер, М., Пандард, П., Кашот, Дж., Грот, М. Дослідження профілів поведінкових ефектів дафній, індукованих широким спектром токсикантів з різними режимами дії. Екологічна токсикологія та хімія 34. 2015. С. 1760-1769.

УДК 632:631.8

Буняк¹ В.О., Гнатюк² Т.Т.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОДОБРИВ ПРОТИ ФІТОПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ ТА МІКРОМІЦЕТІВ

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України вул. Героїв Оборони, 15, м.Київ, 03041, Україна

email: rectorat@nubip.edu.ua

²Інститут мікробіології і вірусології ім.Д.К.Заболотного НАН України вул. Академіка Заболотного, 154, м.Київ, 03680, Україна

email: secretar@imv.org.ua

Фітопатогени викликають ураження багатьох органів рослин. До них відносяться як бактерії, які викликають бактеріози, так і мікроскопічні гриби, що викликають мікози. Як наслідок значна частина сільськогосподарських культур потерпають від гнилі, плямистості, некрозів, в'янення або навіть повної загибелі. Викликаючи цим самим значні економічні збитки в різних країнах світу, включаючи Україну.

Неабияку загрозу для людства у сфері виробництва сільськогосподарської продукції становлять фітопатогенні мікроміцети: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* та фітопатогенні бактерії: *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas fluorescens*, *Xanthomonas campestris*, *Agrobacterium tumefaciens*, адже саме вони викликають значне зниження врожайності.

Для збереження корисної мікрофлори рослини та ґрунту, підвищення стійкості рослин до посухи, підвищення врожайності, активації рослинних механізмів поглинання азоту, збільшення терміну зберігання багатьох овочів, за рахунок збільшення міцності їх оболонок використовують мікроелементні комплексні добривам. Крім того ці перепарати дозволяють істотно підвищити інтенсивність синтезу хлорофілу в листках, стимулюють синтез ауксинів та зростання кількості корисних мікроорганізмів, які покращують умови розвитку кореневої системи. Важливо відзначити, що за позакореневої обробки такий підхід стимулює поглинання не тільки макроелементів, а й таких важливих мікроелементів, як бор, калій, мідь, кальцій, навіть при аномально високих температурах, що неабияк впливає на розвиток рослини та її плодів, водночас не чинячи на її токсичну дію.

Мета дослідження полягає у вивченні ефективності використання мікродобрив з антимікробною дією проти фітопатогенних бактерій та мікроміцетів, а також у визначенні чутливості цих організмів до різних концентрацій препаратів. Робота була виконана у відділі фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології та вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України та лабораторії промислової біотехнології НУБіП. Досліджуваними мікроелементними комплексними добривами були українські препарати "Комфорт" та

"Аватар".

Дослідження добрива "Комфорт", свідчать про високу ефективність всіх дослідних варіантів препаратів проти фітопатогенних бактерій та грибів (зона затримки росту становила відповідно 35-45 мм та 15-25мм). Препарат "Аватар" показав одні з найбільш високих результатів токсичної дії на фітопатогенні бактерії – 35- 90 мм. При застосуванні на мікроміцетах – 18-22 мм.

Під час дослідження було встановлено, що досліджувані препарати є ефективними та мають великий потенціал для застосування. Також була виявлена чутливість різних фітопатогенних мікроорганізмів до різних концентрацій препаратів, що дозволяє підвищити їхню ефективність у боротьбі з фітопатогенами. Це робить ці препарати конкурентоспроможними на ринку та дозволяє їх використання з великою користю.

УДК 615.322:630 (477)

Вільховий С.П., Лобова О.В.

ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РОСЛИНИ ALOE VITRO

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: serhii_vv@ukr.net

Рослина *aloe vitro* має широкий спектр фармацевтичних застосувань через свої корисні біологічно активні сполуки та позитивний вплив на здоров'я шкіри, слизових оболонок та загального стану організму.

Склад і біологічно активні сполуки: *aloe vitro* містить багато корисних біологічно активних сполук, таких як полісахариди, фітостероли, флавоноїди, антрахінони та амінокислоти. Полісахариди, такі як аловерозид, мають імуномодулюючу та протизапальну дію. Фітостероли допомагають знижувати рівень холестерину та підтримують здоров'я серця.

Протизапальна дія: екстракти з *aloe vitro* використовуються у фармації для створення засобів для лікування запальних процесів, таких як дерматити, артрити, опіки та інші. Біологічно активні сполуки рослини допомагають знижувати запалення шляхом модуляції імунної відповіді та зменшення виділення запальних медіаторів.

Заспокійливий та заживляючий ефект на шкіру: *aloe vitro* широко використовується у фармації для створення кремів, гелів та лосьйонів для догляду за шкірою. вона має зволожуючий, заспокійливий та заживляючий ефект на шкіру, що робить її ідеальною для лікування сухості, подразнень, опіків та інших проблем.

Антибактеріальна та протимікробна дія: деякі дослідження показали, що екстракти з *aloe vitro* мають антибактеріальну та протигрибкову дію, що допомагає боротися зі шкідливими мікроорганізмами та запобігає інфекціям.

Застосування в косметології: *aloe vitro* широко використовується у виробництві косметичних засобів, таких як креми для обличчя, шампуні, маски для волосся та тіла, оскільки вона покращує стан шкіри та волосся і забезпечує їх зволоження та живлення.

Лікування опіків та ран: гель з *aloe vitro* має властивості знеболювального та заспокійливого засобу для шкіри, що робить його ефективним у лікуванні мінорних опіків, порізів, подразнень шкіри та ран. Він допомагає зменшити біль, запалення та прискорює процес загоєння.

Підтримка здоров'я слизових оболонок: застосування гелю або соку з *aloe vitro* в гігієні допомагає заспокоїти подразнення слизових оболонок, покращує стан ясен та допомагає у лікуванні запальних процесів у ротовій порожнині.

Засоби для лікування себореї та акне: екстракти з *aloe vitro* використовуються у виробництві засобів для лікування себореї (підвищена жирність шкіри) та акне, оскільки вони мають протизапальну, антибактеріальну та зволожуючу дію.

Антиоксидантний ефект: вміст в *aloe vitro* антиоксидантів, таких як вітамін С, Е та каротиноїди, допомагає захищати клітини від шкідливого впливу вільних радикалів, зменшує окислення та попереджає передчасне старіння шкіри.

Застосування у лікуванні захворювань шлунково-кишкового тракту: екстракти з *aloe vitro* використовуються у додатках до харчових добавок для підтримки здоров'я шлунково-кишкового тракту, зменшення запалення та покращення травлення.

Підсумовуючи вище перелічене, фармацевтичний потенціал рослини *aloe vitro* включає широкий спектр корисних властивостей.

Список використаних джерел:

1. Черенко Т. М. Биотехнология тропических и субтропических растений in vitro / Черенко Т. М., Лаврентьева А. Н., Иванников Р. В – Киев: Наукова думка, 2008.
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2763764/>

УДК 578.85/86

Воєводська К.М., Субін О.В

ОСОБЛИВОСТІ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ РОДУ POTYVIRUS

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: kaleriiavoevodska@gmail.com

Рід *Potyvirus* є одним з найбільш поширених шкодочинних вірусів рослин, який уражає широкий діапазон економічно важливих сільськогосподарських культур. Вперше вірус цього роду був виділений у 50-х роках XX століття і дотепер згідно з реєстром Міжнародного комітету таксонії (ICTV-<https://ictv.global/taxonomy>) є другим найбільшим родом за кількістю ідентифікацій. Станом на сьогодні вірус налічує близько 167 видів та передається більш ніж 200 видами попелиць, тому існує необхідність вчасної ідентифікації вірусу, дослідження взаємодій вектору з рослиною та постійна детекція вірусу на можливих рослинах-господарях [1,2].

Геном вірусу складає 5% від загальної маси віріону, він представлений одноланцюговою, лінійною (+)РНК. Довжина геному коливається від 8500 до 10000 нуклеотидів або від 9.3 до 10.8 кілобаз (kb). На 5'-кінці геному розташований білок VPg, який приєднаний ковалентно. На 3'-кінці геному присутня поліаденілова послідовність, яка складається з 20-160 аденозинових залишків. Одна відкрита рамка зчитування (ORF) кодує суцільний поліпротеїн, який пізніше розщеплюється протеазою. ORF в кодує два поліпротеїни, які процесуються трьома вірусними протеазами, цей процес призводить до утворення десяти зрілих білків та одного гібридного білка, що виконують різні функції. Білки складають 95% від загальної маси віріону. З геномної (+)РНК транслюється поліпротеїн, який потім розщеплюється вірусними протеазами на 10 функціональних білків у певному порядку від N-кінця до С-кінця поліпротеїну:

- P1-pro (P1 proteinase) - білок з протеїназною активністю;
- HC-pro (Helper component proteinase) - білок з протеїназною активністю, який також відіграє роль у кріпленні віріону до стилету попелиці;
- Білок P3;
- 6K1 (6 kDa protein 1) - білок, необхідний для реплікації;
- CI (Cytoplasmic inclusion protein, 70 kDa) - білок з АТФазною та геліказною активностями;
- 6K2 (6 kDa) - білок, необхідний для реплікації;
- VPg (Viral genome-linked protein, 24 kDa) - білок, який ковалентно зв'язується з 5'-кінцем геномної РНК;
- NIa (Nuclear inclusion protein A, 49 kDa) - білок з РНК-зв'язуючою і протеолітичною активностями;
- NIb (Nuclear inclusion protein B) - білок, що виступає як РНК-залежна РНК-полімераза;

– CP (capsid protein) - капсидний білок (28-47 kDa), який також бере участь у транспорті вірусу між клітинами, відіграє важливу роль при передачі вірусу попелицями [3,5,6,7]. Для дизайну праймерів було опрацьовано масив даних, який включав нуклеотидні послідовності капсидних білків цільової вибірки вірусів дані були отримані у Національному центрі біотехнологічної інформації США (National Center for Biotechnological Information, NCBI). Вибірка з 20 видів вірусу даного роду була створена на основі аналізу інформації про поширеність вірусів даного роду на території України, зокрема, до переліку включені *Potato virus Y*; *Zucchini yellowmosaic virus*; *Plum pox virus*; *Maize dwarf mosaic virus*, які входять до списку найпоширеніших та найбільш шкодочинних рослинних вірусів [4].

Програмне забезпечення Geneious Prime (<https://www.geneious.com/>) дало змогу провести множинне вирівнювання досліджуваних послідовностей для пошуку консенсусних ділянок гену, що кодують капсидні білки вірусів досліджуваного роду. Отримані дані дали змогу згенерувати пару універсальних дегенеративних праймерів: Poty-F: GGTDTGGTGCATTGAGAATGG та Poty-RGCTGCTGCTTCATYTG. Для оцінки структури, термодинамічних властивостей та специфічності сконструйованих праймерів було використано PrimerBlast - це програмне забезпечення дозволяє провести аналіз і визначити потенційні взаємодії праймерів зі своєю цільовою послідовністю.

Шляхом проведення лабораторних досліджень було доведено, що підібрана пара праймерів виявляє високу специфічність при діагностиці представників роду Potyvirus та не проявляють специфічності до нуклеотидних послідовностей геномів інших представників родини Potyviridae, крім того, вони показали хорошу чутливість, здатність виявляти навіть низькі концентрації вірусу у зразках рослинного матеріалу.

Створення дегенеративних пар праймерів для детекції рослинних вірусів є необхідним, оскільки вони дозволяють виявляти широкий діапазон вірусів, що в свою чергу значно оптимізує процес детекції вірусів цільового роду не проводячи при цьому послідовні реакції ідентифікації методом виключення. Нами була розроблена універсальна пара праймерів для молекулярно-генетичної діагностики вірусів роду Potyvirus. Ці праймери можуть використовуватися для детекції низки видів вірусів роду Potyvirus за допомогою одностадійної ЗТ-ПЛР. Крім того було оптимізовано умови проведення ЗТ-ПЛР, що дозволяє ефективно ампліфікувати цільові ділянки геному Potyvirus, включно з оптимізацією температурних режимів реакції, концентрацією реагентів та часовими параметрами реакції. Оптимізація умов дозволяє досягти високої ефективності та специфічності діагностики вірусів роду Potyvirus за допомогою ЗТ-ПЛР.

Список використаної літератури:

1. Akhtar A., Viral Diseases of Field and Horticultural Crops. Chapter 41 - Potato virus Y, 2024. 347-351. doi:10.1016/B978-0-323-90899-3.00040-9.
2. Tatineni S, Hein GL. Plant Viruses of Agricultural Importance: Current and Future Perspectives of Virus Disease Management Strategies. Phytopathology. 2023 Feb;113(2):117-141. doi: 10.1094/PHYTO-05-22-0167-RVW
3. [ICTV Virus Taxonomy Profile: Potyviridae 2022](https://ictv.global/report/chapter/potyviridae/potyviridae), Journal of General Virology, (2022) 103:001738. (URL: <https://ictv.global/report/chapter/potyviridae/potyviridae>)
4. Scholthof KB., Adkins S., Czosnek H., Palukaitis P., Jacquot E., Hohn T., Hohn B., Saunders K., Candresse T., Ahlquist P., Hemenway C., Foster GD. Top 10 plant viruses in molecular plant pathology. Mol Plant Pathol. 2011 Dec;12(9):938-54. doi: 10.1111/j.1364-3703.2011.00752.x.
5. Revers, F., Garcia, J. A. Molecular biology of potyviruses. Adv. Virus Res, 2015, 92, 101–199. doi: 10.1016/bs.aivir.2014.11.006.
6. White, K. A. The polymerase slips and PIPO exists, 2015. EMBO Rep. 16, 885–886. doi: 10.15252/embr.201540871.
7. Cui, H., Wang, A. Plum pox virus 6K1 protein is required for viral replication and targets the viral replication complex at the early stage of infection, 2016. J. Virol. 90 (10), 5119–5131. doi: 10.1128/JVI.00024-16.

УДК: 707(072).56

Войтко М.В., Лісовий М.М.

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ НА ОСНОВІ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: lisova106@ukr.net

Пошук відновлювальних джерел енергії та забезпечення енергоресурсами є важливим стратегічним аспектом ефективного розвитку держави. Підбір та наукове обґрунтування рослинної сировини в технологіях виробництва твердого біопалива є важливим та актуальним аспектом для України, особливо в умовах військового конфлікту та посилення кризи енергетики. Виходом з екологічної та енергетичної кризи, що утворилася в Україні, є використання відновлювальних джерел енергії. І зараз важливо звернутися до світового досвіду щодо використання нетрадиційних видів палива.

Саме енергетичні рослини, які вирощуються для отримання енергії чи палива, в найближчому майбутньому можуть створити конкуренцію природному газу чи синтетичному дизелю.

Студентська наукова робота присвячена біотехнологічним аспектам створення твердого біопалива на основі рослинної сировини в ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція».

Об'єкт дослідження – створення твердого біопалива на основі рослинної сировини.

Предмет дослідження – рослинна сировина (солома пшениці озимої), тверде біопаливо, брикети.

Мета бакалаврської роботи: обґрунтувати добір рослинної сировини в технологіях виробництва твердого біопалива в умовах агропромислового підприємства.

Завдання досліджень:

- дослідити стан та перспективи використання наявної рослинної сировини для енергетичних потреб;
- провести оцінку теплотворної здатності твердого біопалива з внесенням у нього зв'язуючого компоненту і горючих додатків;
- провести оцінку якісних показників твердого біопалива;

На основі літературних джерел узагальнена характеристика твердого біопалива, проведено огляд сировини і обладнання для виготовлення паливних брикетів. Наведено характеристики енергетичних рослин, які можливо використовувати для виготовлення брикетів, розроблено технологію виробництва брикетів та обладнання.

Наступним етапом досліджень буде визначення економічної ефективності виготовленої біологічної продукції і доцільності виробництва біопаливних брикетів в умовах виробництва.

УДК 601.2:577.121

Герасименко А.С., Прилуцька С.В.

БІОСИНТЕЗ КОЛІЦИНУ М У РОСЛИНАХ: НОВІ ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ БОРОТЬБИ З БАКТЕРІАЛЬНИМИ ІНФЕКЦІЯМИ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: arsengerasumenko@gmail.com

В останні роки спостерігається значний інтерес до виробництва рекомбінантного коліцину М для потенційного застосування у медичній сфері як альтернатива антибіотикам. Коліцин М - це потужна антибактеріальна сполука, яка природньо

синтезується певними штамми кишкової палички *Escherichia coli*. Досягнення генної інженерії та біотехнології дозволили модифікувати певні види рослин для виробництва коліцину М, що дало змогу виробляти його в більших масштабах та знайти нові потенційні шляхи застосування.

Біосинтез рекомбінантного коліцину М у рослинах базується на інтеграції гена коліцину М у геном рослин за допомогою методів генної інженерії. Цей процес дозволяє рослинам виробляти антимікробний пептид, імітуючи природне вироблення коліцину М у бактеріях. Успішний біосинтез коліцину М у рослинних клітинах вимагає точних молекулярних інструментів і методів для забезпечення ефективної експресії гена. Різні стратегії, такі як відбір промоторів, методи доставки генів та оптимізація умов експресії, мають вирішальне значення для досягнення високих врожаїв рекомбінантного коліцину М у рослинах. Використовуючи біосинтетичні апарати рослин, стає можливим виробляти коліцин М у стійкий та економічно ефективний спосіб, прокладаючи шлях до нових застосувань в різних галузях промисловості, таких як тваринництво та харчові технології.

Антибактеріальна активність рекомбінантного коліцину М у тваринництві відкриває багатообіцяючі можливості для профілактики захворювань у тваринництві. Додаючи коліцин М у корм для тварин, можна запобігти інфікуванню поширеними бактеріальними патогенами без застосування антибіотиків, що критично важливо в рамках боротьби з антибіотикорезистентністю.

У харчових технологіях рекомбінантний коліцин М можна використовувати з метою збереження та безпеки харчових продуктів. Включення коліцину М у технології збереження харчових продуктів, такі як пакувальні матеріали або методи обробки, може продовжити термін придатності харчових продуктів, пригнічуючи ріст патогенних бактерій. Крім того, порівняння коліцину М з хімічними консервантами підкреслює його потенціал як природної та стійкої альтернативи, що відповідає споживчим перевагам продуктів з чистим маркуванням.

Отже, інтеграція рекомбінантного коліцину М у сільськогосподарську та харчову практику сприятиме створенню стійких та екологічно чистих біотехнологічних продуктів, а також для боротьби з бактеріальними патогенами.

Список використаних джерел:

1. Duquesne S, Petit V, Peduzzi J, Rebuffat S. Structural and functional diversity of microcins, gene-encoded antibacterial peptides from enterobacteria. *J Mol Microbiol Biotechnol*. 2007;13(4):200-9.
2. Łojewska, Ewelina & Sakowicz, Tomasz & Kowalczyk, Aleksandra & Konieczka, Magdalena & Grzegorzczak, Janina & Sitarek, Przemysław & Ewa, Skala & Czarny, Piotr & Sliwinski, Tomasz & Kowalczyk, Tomasz. (2019). Production of recombinant colicin M in *Nicotiana tabacum* plants and its antimicrobial activity. *Plant Biotechnology Reports*. 14. 1-11.
3. Ghequire MGK, Buchanan SK, De Mot R. The ColM Family, Polymorphic Toxins Breaching the Bacterial Cell Wall. *mBio*. 2018 Feb 13;9(1):e02267-17. doi: 10.1128/mBio.02267-17. PMID: 29440573; PMCID: PMC5821083.
4. Schulz S, Stephan A, Hahn S, Bortesi L, Jarczowski F, Bettmann U, Paschke AK, Tusé D, Stahl CH, Giritch A, Gleba Y. Broad and efficient control of major foodborne pathogenic strains of *Escherichia coli* by mixtures of plant-produced colicins. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2015 Oct 6;112(40):E5454-60. doi: 10.1073/pnas.1513311112. Epub 2015 Sep 8. PMID: 26351689; PMCID: PMC4603501.

УДК: 632:502.171(477)(292.485)

Годованець М.О., Помагайбог С.О.

**ОБГРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ РЕСУРСООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ
ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР ВІД КОМПЛЕКСУ ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ У ЛІСОСТЕПУ
УКРАЇНИ**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
Вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: vikapula624@gmail.com*

За сучасних умов ведення рослинництва розроблення та впровадження енергозберігаючих ґрунтозахисних систем обробітку ґрунту є актуальним напрямом, особливо, за умов органічного виробництва. Це оптимізує внесення препаратів синтетичного походження для контролювання комплексу шкідливих видів організмів, зокрема бур'янів та мінеральних добрив - для регулювання поживного режиму. Однак, вирішення цих проблем значною мірою покладено на систему основного та передпосівного обробітку ґрунту, що сприяє контролю сучасних видів комах фітофагів та інших організмів.

Відомо, що зі змінами екологічного фону агробіоценозів значно зросла потреба в ефективності застосовуваних засобів та методів захисту рослин. Виникла гостра потреба в обґрунтуванні та доповненні матеріалів, що стосуються оцінки фітосанітарної ситуації, розуміння процесів, які відбуваються в посівах сільськогосподарських культур за короткочасних сівозмін. Нагальним є проведення діагностики та моніторингу шкідливих організмів, що є обов'язковою умовою для удосконалення систем захисту, в яких і надалі істотна роль належить хімічним засобам регулювання чисельності комах фітофагів.

Характерно, що урожайність культур і продуктивність сівозмін залежить від контролю сезонних та багаторічних показників стійкості і формування популяцій шкідливих організмів із визначенням взаємодії низки різних чинників: обробітку ґрунту, сорту і гібриду, виносу поживних речовин попередниками, співвідношення основної та нетоварної продукції, кількість і якість рослинних решток малоцінної частини врожаю. Відмічено, що склад та структурні запаси рухомих біогенних елементів, співвідношення азоту до вуглецю, біологічна активність ґрунту, агрофізичні його властивості, фітосанітарний стан за No-till оптимізується у порівнянні із іншими технологіями. Ці чинники тісно пов'язані між собою та впливають на врожайність вирощуваних культур із взаємовпливом, що значною мірою залежить від специфіки гідротермічних умов та рівнів біологізації угідь. Але у зв'язку зі стрімкими кліматичними змінами в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України стійкість структури бірізноманіття вірогідно коливається. За таких умов у посівах соняшнику та інших польових культур механізми саморегуляції комах високоефективно проявляються у період формування генеративних органів.

УДК:601:663.4

Горіславський Б.В., Субін О.В.

ЗАСТОСУВАННЯ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ ЗАТИРАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ПИВА

Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна, 03041
e-mail: bogdangorislavsky@gmail.com

Розвиток галузі пивоваріння за останні 15 років має досить складну динаміку. Після майже 10-літнього падіння об'єму виробництва пива, останніми роками спостерігається стабілізація та незначний ріст, що зумовлено збільшенням обсягів споживання та розвитком крафтового сегменту. На сьогодні рівень крафтового виробництва України складає близько

3-4% від загального ринку пива. За останні роки частка крафту зросла більш ніж у 6 разів і ця тенденція буде спостерігатися в майбутньому. Значне підвищення інтересу то крафтового пива пов'язане з застосуванням нетрадиційних рецептур, створенням нових сортів пива та різноманітності пивних смаків.

На сьогодні ця галузь має значні проблеми з доступом до якісної сировини, зокрема до пивоварного ячменю. Вітчизняні солодовні не можуть повністю забезпечити галузь якісним солодом, а використання імпортованого солоду суттєво підвищує собівартість готового продукту. Використання в пивоварінні ячменю з високим вмістом білка (вище 12%), низьким вмістом крохмалю та екстрактивністю з точки зору забезпечення якості кінцевого продукту недоцільно. Найбільш актуальним напрямком у вирішенні цієї проблеми є розробка та вдосконалення ресурсозберігаючих технологій з використанням нетрадиційної сировини. Окрім того, на підвищену увагу заслуговують бактеріальні ферментні препарати, зокрема альфа-амілази. Використання ферментних препаратів у виробництві пива дозволяє значно ефективніше проводити гідроліз полісахаридів та білків солоду та несолодженої сировини та, відповідно, збільшення екстрактивності.

На першому етапі досліджень була проведена попередня розробка рецептури. В якості базового стилю було обрано портер. В якості сировини був використаний ячмінний солод та гречка у співвідношенні 55:45. Для дослідження ефективності дії альфа-амілази було підібрано 4 ферментних препарати. Ферментні препарати були підібрані таким чином, щоб оптимум їх роботи був за температури 72°C при, так званій, «мальтозній паузі». Ступінь розкладання крохмалю за дії ферментних препаратів оцінювали методом спектрофотометрії. Ефективність процесу затирання оцінювали за тривалістю оцукрювання, фільтрації заторів, виходу екстракту та фізико-хімічними показниками сусла.

На основі отриманих даних для виробництва портера з додаванням несолодженої сировини та лактози було оптимізовано процес затирання за використання ферментних препаратів.

УДК 637:604

Гуцько Т.С., Бородай В.В.

ОПТИМІЗАЦІЯ МОЛОЧНОКИСЛИХ ЗАКВАСОК У МОЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: tania.gunko.95@gmail.com

Молочна промисловість значною мірою покладається на молочнокислі бактерії (МКБ) як закваски для різних ферментованих молочних продуктів, включаючи йогурт, сир і кефір. Оптимізація молочних заквасок є важливою для забезпечення якості продукту, консистенції та ефективності у виробництві молока.

Молочні закваски, в основному складаються з МКБ, таких як *Lactobacillus spp.* і *Streptococcus spp.*, відіграють вирішальну роль у процесах бродіння молока. Ці бактерії перетворюють лактозу в молочну кислоту, сприяючи кислотності продукту, надаючи характерного смаку та впливаючи на зберігання продукції. Крім того, деякі штами МКБ, такі як *Streptococcus thermophilus*, виробляють екзополісахариди (ЕПС), які впливають на текстуру та в'язкість продукту.

Оптимізація молочних заквасок включає різні фактори, такі як обраний штам (Mahmood, 2013), умови бродіння (Sheeladevi, 2011), використаний субстрат (Burgos-Rubio, 2000) і після ферментаційна обробка (Zhang, 2022). Науковці досліджують методи генної інженерії для покращення характеристик закваски, таких як виробництво ЕПС, стійкість до кислоти та смакові профілі. Крім того, прогрес у технології бродіння дозволяє точно контролювати такі параметри, як температура, рН і перемішування, оптимізуючи ріст бактерій і виробництво метаболітів.

Склад ферментаційного середовища істотно впливає на продуктивність молочної закваски. Дослідження демонструють важливість джерел азоту та вуглецю (Chasoy, 2020) для підтримки росту бактерій і синтезу метаболітів. Субстрати, такі як концентрат сироваткового протеїну, є багатобічними для підвищення виробництва ЕПС та покращення текстури продукту (Vaningelgem, 2004). Більше того, часткова заміна традиційних інгредієнтів, таких як сухе знежирене молоко, альтернативними джерелами сприяє інноваційній продукції та економічній ефективності.

Незважаючи на значний прогрес, проблематика оптимізації молочних заквасок є досі актуальною для молочної промисловості. Такі питання, як мінливість штамів, сталість складу від партії до партії та стандартизація продукту, вимагають постійних досліджень і розробок. Крім того, потреба в екологічно-чистих практиках і рішеннях спонукає до пошуку натуральних добавок і новітніх методів виробництва.

Оптимізація молочнокислих заквасок у молочній промисловості – є багаторівневою, котра починається від вибору штаму, оптимізації бродіння та закінчується композицією середовища. Використовуючи досягнення мікробіології, біотехнології та харчової промисловості, дослідники та виробники можуть покращити якість продукції, ефективність процесів і конкурентоспроможність на ринку. Постійна співпраця та інновації в цій галузі є важливими для задоволення попиту споживачів на високоякісні та поживні молочні продукти.

Список використаних джерел:

- Burgos-Rubio, C. N., Okos, M. R., & Wankat, P. C. (2000). Kinetic study of the conversion of different substrates to lactic acid using *Lactobacillus bulgaricus*. *Biotechnology progress*, 16(3), 305-314.
- Chasoy, G. R., Chairez, I., & Durán-Páramo, E. (2020). Carbon/nitrogen ratio and initial pH effects on the optimization of lactic acid production by *Lactobacillus casei* subsp *casei* NRRL-441. *J. Carbon*, 27(10).
- Mahmood, T., Masud, T., Imran, M., Ahmed, I., & Khalid, N. (2013). Selection and characterization of probiotic culture of *Streptococcus thermophilus* from dahi. *International journal of food sciences and nutrition*, 64(4), 494-501.
- Sheeladevi, A., & Ramanathan, N. (2011). Lactic acid production using lactic acid bacteria under optimized conditions. *Int. J. Pharm. Biol. Arch*, 2(6).
- Vaningelgem, F., Zamfir, M., Adrian, T., & De Vuyst, L. (2004). Fermentation conditions affecting the bacterial growth and exopolysaccharide production by *Streptococcus thermophilus* ST 111 in milk-based medium. *Journal of applied microbiology*, 97(6), 1257-1273.
- Zhang, X., Zheng, Y., Awasthi, M. K., Zhou, C., Barba, F. J., Cai, Z., ... & Xia, Q. (2022). Strategic thermosonication-mediated modulation of lactic acid bacteria acidification kinetics for enhanced (post)-fermentation performance. *Bioresource Technology*, 361, 127739.

УДК 63.632.3.01/08

Даневич В.А., Кваско О.Ю.

**БІОТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ БАКТЕРІОЗІВ РОСЛИН БАКЛАЖАНУ
(*SOLANUM MELONGENA* L.)**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України вул. Героїв Оборони,
15, м. Київ, 03041, Україна*

e-mail: leradanevych678@gmail.com

Хвороби рослин, спричинені новими, повторно виникаючими та хронічними/ендемичними патогенами, спричиняють значні економічні втрати в рослинних

системах. Хвороби рослин експлуатують рослини, що призводить до низької продуктивності, яка є загрозою для продовольчої безпеки. Продовольча безпека разом з безпекою харчування викликає занепокоєння у всьому світі. Зростання чисельності населення до 2050 року потребуватиме додаткових 70% продовольства (Godfray et al., 2010), що вимагає підвищення продуктивності сільського господарства. У літературі для родини Пасльонових описується більше 30 різних збудників захворювання, із них приблизно 15 бактеріальних. Найпоширенішими для баклажану є патогени роду: *Xanthomonas*, *Ralstonia* та *Pseudomonas*.

Виявлення патогенних бактерій у насінні та інших тканинах рослин (особливо при латентних інфекціях) є складним завданням, оскільки бактерії-мішені часто розподілені нерівномірно і присутні як невеликий компонент набагато більшої бактеріальної популяції. Більше того, часто важко відрізнити та ідентифікувати патогенні бактерії від усіх ґрунтових та інших сапрофітних бактерій, які зазвичай присутні на поверхні рослин. Окрім епіфітних та випадкових поверхневих забруднювачів, на поверхні можуть також бути присутніми нешкідливі або корисні ендofітні бактерії (Punja et al., 2008).

Традиційні методи виявлення наявності патогенних бактерій включають в себе польовий огляд на наявність симптомів і ознак захворювання, а також лабораторні дослідження. Лабораторні процедури для виявлення бактерій можуть включати в себе аналіз росту, серологічні тести, такі як ІФА та імуофлуоресцентна мікроскопія. Крім того, проводиться ізоляція бактерій на селективних або напівселективних середовищах. Після виділення штами необхідно охарактеризувати за допомогою фізіологічних, біохімічних тестів і тестів на патогенність. Використання традиційних методів є надійним та ефективним для деяких бактеріальних патогенів рослин, але для багатьох інших вони не мають достатньої чутливості та специфічності. Іншим суттєвим недоліком є тривалий час, необхідний для проведення аналізів на вирощування, виділення бактерій та тестів на патогенність. Тому нові та сучасні молекулярні методи є найкращим варіантом для діагностики бактеріальних патогенів (Punja et al., 2008).

Доведено, що методи на основі нуклеїнових кислот (ДНК) загалом є більш чутливими, специфічними та надійними для виявлення, ідентифікації та кількісного визначення бактеріальних патогенів рослин, у порівнянні із іншими методами. Серед методів діагностики на основі нуклеїнових кислот ПЛР-аналіз або його різновиди дуже широко використовуються для виявлення бактеріальних патогенів у чистих культурах або при одно- чи багаторазовому інфікуванні рослин-хазяїв (Narayanasaamy, 2011). Аналізи на основі ПЛР є специфічними, чутливими, ефективними, швидкими, універсальними і відносно економічними (Henson and French, 1993). Ці методи ідеально підходять для виявлення збудника *de novo*, оскільки не вимагають виділення патогена в чистій культурі, що економить час і ресурси. До методів які використовують ДНК як основну нуклеїнову кислоту відносять: флуоресцентна гібридизація *in situ* (FISH) та багато варіантів ПЛР [ПЛР, вкладена ПЛР (nPCR), кооперативна ПЛР (Co-PCR), мультиплексна ПЛР (M-PCR), ПЛР у реальному часі (RT-PCR) та ДНК-фінгерпринтинг] (López et al., 2009). До прикладу, за допомогою ПЛР-аналізу з використанням праймерів з послідовностей ДНК гена фазолотоксину вдалося ефективно виявити бактерії роду *Pseudomonas*, навіть у присутності високих популяцій нецільових бактерій. Аналогічно, *Xanthomonas* і *Ralstonia solanacearum* (з ґрунту) можна виявити за допомогою ПЛР, ампліфікуючи фрагмент 898 і 288 п.н. відповідно (Alvarez et al., 2008). В іншому дослідженні *X. axonopodis* pv. *phaseoli* було вперше виявлено за допомогою праймерів з плазмідної ДНК в ПЛР-аналізі, який мав межу виявлення від 10 до 100 фг ДНК (еквівалент від 1 до 10 КУО) (Audy et al., 1994). Також повідомляється про ефективне проведення ПЛР-аналізів насіння в режимі реального часу (Real-time PCR) для виявлення патогенів *Ralstonia solanacearum* раси 3, біовару 2 в безсимптомних бульбах картоплі (Balodi et al., 2017).

Загалом, не залежно від методу, протоколи виявлення, що використовуються для діагностики або карантинних заходів, повинні бути відтворюваними, повторюваними і мати

мінімальну кількість хибних результатів. Усі методи молекулярного виявлення повинні бути чутливими до концентрації збудника, генетичної мінливості в популяції збудника-мішені та подібності між ним та іншими організмами (Martin et al., 2016; Balodi et al., 2017).

Завдяки технологічному розвитку наука про діагностику та боротьбу з хворобами рослин пройшла шлях від візуального огляду ознак і симптомів хвороби до ідентифікації патогенів на молекулярному рівні. Сучасні передумови для нагляду за хворобами та розробки нових стратегій боротьби з ними включають точну ідентифікацію та діагностику патогенів рослин аж до рівня виду або штаму, отримання інформації на ранніх стадіях інфікування та краще розуміння факторів патогенності. Таким чином, нові можливості для створення точних і делікатних діагностичних процесів створили розробки в галузі патології рослин у поєднанні з біотехнологіями, біоінформатикою та молекулярною біологією.

Список використаної літератури:

Audy P., Laroche A., Saindon G., Huang H.C., Gilbertson R.L. (1994). Detection of the Bean Common Blight Bacteria, *Xanthomonas camperis* pv. *phaseoli* and *X. c. phaseoli* var. *fuscans*, Using the Polymerase Chain Reaction. *Molecular Plant Pathology* 84(10):1185-1192.

Balodi R., Bisht S., Ghatak A., Rao K.H. (2017). Plant disease diagnosis: technological advancements and challenges. *Indian Phytopathology* 70(3):275-281.

Godfray H.C.J., Beddington J.R., Crute I.R., Haddad L., Lawrence D., Muir J.F., Pretty J., Robinson S., Thomas S.M. and Toulmin C. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327: 812-818.

Henson, J.M. and French R. (1993) The Polymerase Chain Reaction and Plant Disease Diagnosis. *Annual Review of Phytopathology*, 31, 81-109.

López M.M., Llop P., Olmos A., Marco-Noales E., Cambra M. and Bertolini E. (2009). Are molecular tools solving the challenges posed by detection of plant pathogenic bacteria and viruses? *Mol. Biol.* 11: 13-14

Martin R.R., Constable F., Tzanetakis I.E. (2016). Quarantine regulations and the impact of modern detection methods. *Annual Review of Phytopathology* 54:189-205.

Narayanasamy P. (2011). *Microbial plant pathogens-detection and disease diagnosis*, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 2:280.

Punja Z.K., De Boer S.H., Sanfaçon H. (2008). *Biotechnology and plant disease management*. CAB International, Canada 590 p

УДК 620.3:631.8:633

Дідур Є. О., Прилуцька С. В.

ВИКОРИСТАННЯ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОЧАСТИНОК ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТАВКИ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: yelizavetadidur@gmail.com

У сільському господарстві останнім часом широкого використання набули вуглецеві наночастинки. Як нанодобрива перспективними є вуглецеві нанотрубки (ВНТ) та фулерен C₆₀, які здатні регулювати ріст рослин, проникати крізь клітинні стінки та мембрани та

вибірково накопичуватися у тканинах рослин. Крім того, такі властивості вуглецевих наночастинок можуть сприяти цілеспрямованій доставці основних поживних речовин у рослин і регулювати їх вивільнення за певних умов після дії біотичних або абіотичних чинників (Yadav A. et al., 2023).

Різноманітні переваги порівняно з традиційними добривами демонструють нанодобрива, включаючи підвищену ефективність, завдяки прямій доставці основних поживних речовин рослинам, і зменшений вплив на навколишнє середовище завдяки зменшеній концентрації необхідних добрив. Ця технологія має потенціал не тільки максимізувати врожайність, але й зменшити вплив добрив на навколишнє середовище. Розмір частинок становить менше 100 нм, що збільшує їхню здатність проникати в рослини з нанесених поверхонь підвищуючи поглинання поживних речовин рослинами (Wu M. et al., 2010). Нанодобрива можуть легко розчинятися в багатьох розчинниках, в результаті чого підвищується як розчинність нерозчинних поживних речовин у ґрунті, так і доступність поживних речовин для організмів у навколишньому середовищі (Butt and Naseer, 2020).

Нановуглець може адсорбувати азот з аміаку та вивільняти іони водню, дозволяючи рослинам поглинати більше води та поживних речовин, у результаті чого, поглинання N, P і K рослиною може бути покращено. Застосування азоту та нановуглецю водночас може підвищити продуктивність і якість рису (J. F. Liscano et al., 2000). В іншому дослідженні використання наночастинок оксиду заліза збільшило поглинання заліза та вміст хлорофілу в рослинах пшениці, що призвело до вищих урожаїв, ніж звичайні залізовмісні добрива (Y. Feng et al., 2022).

Метою дослідження є дослідити вплив вуглецевих наночастинок на ефективність доставки поживних речовин при вирощуванні пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) з метою підвищення її росту та оптимізації використання добрив та біопрепаратів, а також вивчити можливі екологічні та біологічні ризики, пов'язані з застосуванням наночастинок у сільському господарстві.

Нами було використано сертифіковане насіння озимої пшениці двох сортів Актер та Патрас від офіційного дистриб'ютора DSV (Німеччина). Передпосівна обробка насіння включала наступні етапи: 1) стерилізація 3% перексидом водню упродовж 7 хв, після тричі промивали дистильованою водою, 3) замочування у розчині борної кислоти (конц. 0,6 г/л) упродовж 20 хв, після тричі промивали дистильованою водою. Далі насіння обробляли: 1) колоїдними водними розчинами C₆₀ фулерену у відповідних концентраціях: 0,1 мкг/мл, 0,2 мкг/мл, 0,5 мкг/мл, 1 мкг/мл; 2) біопрепаратом «Актоверм» (БТУ-Центр, Україна, 13,5 мкл/мл) і комплексним мінеральним добривом для зернових культур із співвідношенням NPK 30:8:11 («Супер Добриво. Сотка.», Україна, 2 мг/мл); 3) комбінована дія ВНЧ і біопрепарату з комплексним мінеральним добривом. Перед посадкою у ґрунт оброблене насіння було поміщено у чашки Петрі зі змоченим фільтрувальним папером у темне місце та протягом двох діб проростало. Висадивши пророщене зерно у попередньо зволожений ґрунт, морфологічні параметри рослин фіксували на 4, 7 та 14 добу після пророщення. Було отримано найкращі показники довжини пагонів після обробки насіння сорту Актер C₆₀ за концентрації 0,5 мкг/мл і сорту Патрас за дії 1 мкг/мл C₆₀. Зразки за комбінованої дії C₆₀ фулерену та біопрепарат+міндобриво на обох сортах озимої пшениці показали менші показники довжини пагона у порівнянні з контрольними рослинами (оброблені дистильованою водою), що свідчить про затримку росту пагона, проте відмічено інтенсивність ризогенезу. Оскільки аверсектинвмісні препарати мають антистресову дію (Пушкарьова Н., 2022) подальші дослідження включатимуть вивчення фотосинтетичної та антиоксидантної активності у рослин як показників метаболічної активності.

Таким чином, нами не було виявлено фітотоксичної дії C₆₀ фулерену на ріст озимої пшениці у досліджуваному діапазоні концентрацій (0,1 - 1 мкг/мл), а за його комбінованої дії з біопрепаратом «Актоверм» + мінеральне добриво виявлено позитивний вплив на коренеутворення, що вказує на активну адаптацію та здатність рослини краще засвоювати

поживні речовини з ґрунту. Отже, використання вуглецевих наночастинок сприятиме кращому росту та розвитку сільськогосподарських культур.

УДК 632.9

Діхтяренко¹ О. М., Туровнік² Ю. А.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРЕПАРАТІВ МІКОХЕЛПІ ТА ФІТОХЕЛПІ ЩОДО ЗБУДНИКА КОРЕНЕВОЇ ГНІЛІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

¹Національний університет біоресурсів і
природокористування України вул. Героїв Оборони, 15,
м. Київ, 03041, Україна
e-mail: ms.sashka143@ukr.net

²Інститут агроєкології та природокористування НААН України
вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна
e-mail: agroecologynaan@gmail.com

Насіння різних сільськогосподарських культур може залишатися контамінованим різними видами мікроміцетів, такими як *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary, *Botrytis cinerea* Pers, *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* (Apl. EtWr.) Bilai та *Alternaria alternata* (Fr.) Keiss. Ця забрудненість може стати серйозною екологічною загрозою для агроєкосистем. Накопичення фітопатогенів може призвести до погіршення фітосанітарного стану ґрунту та посівів. Інфіковане насіння втрачає здатність до проростання, що може негативно вплинути на врожайність культурних рослин (Білай В.Й. та ін., 1988).

За останні кілька років роль біопрепаратів значно підвищилась, вони перейшли до категорії ефективних засобів боротьби із різними видами шкідників. Біопрепарати — це препарати, які містять живі організми або їх частинки, які можуть боротися із хвороботворцями та захищати рослини від патогенів. Вони представляють собою екологічно чистий та безпечний метод захисту рослин.

Alternaria alternata — це гриб, який спричиняє плямистість листя, гнилі та опіки на багатьох частинах рослин та інші захворювання. Це умовно-патогенний патоген для більше ніж 380 видів рослин-господарів. Може атакувати, такі види рослин як овочеві, фруктові, зернові та декоративні культури [Парфенюк А.І. та ін., 2015].

Дослідження проводили у відділі агробіоресурсів і екологічно безпечних технологій (Інституту агроєкології і природокористування НААН).

Об'єктом дослідження було взято *Alternaria alternata* (Fr.) Keiss із робочої колекції Інституту агроєкології і природокористування НААН. Також було виділено з насіння соняшнику та ячменю. Біопрепарати, які були використані в дослідженні виробником є ПП «БТУ»: ФітоХелп (*B. subtilis* - титр клітин не менш ніж 4×10^9 КОЕ/см³), МікоХелп (Сапрофітні гриби-антагоністи роду *Trichoderma*, живі клітини бактерій *Bacillus subtilis*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Enterococcus*, біологічно-активні продукти життєдіяльності мікроорганізмів-продуцентів. Загальне число життєздатних клітин не менше $1,0 \times 10^9$ КУО/см³). Контролем слугувала стерильна дистильована вода.

ФітоХелп — природний біофунгіцид для біолікування та профілактики грибних та бактеріальних хвороб. Містить у складі кілька видів бактерій роду *Bacillus subtilis*, титр клітин не менш ніж 4×10^9 КОЕ/см³, також містять в складі мікро- та макроелементи, біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій: ферменти, вітаміни, фунгіцидні речовини. Бактерія *Bacillus subtilis* продуктами своєї життєдіяльності пригнічує розмноження та розвиток багатьох фітопатогенних грибів та бактерій, а також сприяє підвищенню імунітету та стимулює ріст і розвиток рослин, що сприяє збільшенню врожайності коренеплодів та зменшує можливість повторного зараження рослин.

ФітоХелп ефективний проти таких хвороб культури: ризоктоніоз картоплі, білої та сірої гнилей плодів та ягідних культур, несправжньої борошнистої роси, фузаріозів, альтернаріозів, оїдіум, мільдю, іржа та ін.

До корисних властивостей відносять: Фітохелп активно захищає від грибних та бактеріальних хвороб, підвищує урожайність культур та стійкість, покращує живлення рослин азотом та мікро- та макроелементами, забезпечує антистресову дію до несприятливих кліматичних умов.

МікоХелп — біофунгіцид, який в складі має сапрофітні гриби-антагоністи роду *Trichoderma*, живі клітини бактерій *Bacillus subtilis*, *Azotobacter chroococcum*, *Enterobacter* sp, *Enterococcus* sp, біологічно-активні продукти життєдіяльності мікроорганізмів-продуцентів. Загальне число життєздатних клітин мікроорганізмів не менше $1,0 \times 10^9$ КУО/см³. Препарат є дієвим проти грибкових захворювань. Гриби-антагоністи пригнічують розвиток таких фітопатогенів, як: *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Verticillium*, *Sclerotinia*, *Fusarium* та інші, що викликають кореневу, стеблову та плодову гниль.

Метою дослідження було визначити вплив біологічних препаратів на ріст і розвиток *Alternaria alternata* (fr.) Keiss. Дослідження проводили за загальноприйняти методами [Парфенюк А.І., та ін., 2020].

Найбільш ефективним виявився препарат ФітоХелп, за дії якого спостерігали пригнічення діаметру колоній *Alternaria alternate* (до 0,8-0,9 мм). Дещо менш ефективним був препарат МікоХелп, діаметр колоній на 3 добу дослідження склав 2,2 -2,5 см.

Отже, застосування біологічних препаратів пригнічує розвиток міцелію збудників альтернاریозу, що вказує на їх значну ефективність.

Список використаних джерел

1. Білай В.Й. та ін. Мікроорганізми - збудники хвороб рослин Київ: Наук. думка, 1988. 552 с.
2. Калач В. І. Токсичність фітофунгіцидів та біопрепаратів стосовно збудника. Актуальні проблеми сучасного картоплярства. 2002. № 1. С. 38-42.
3. Парфенюк А.І., Безноско І.В., Туровнік Ю.А., Гаврилюк Л.В. Екологічне оцінювання впливу гібридів сояшника на формування фітопатогенного фону в умовах органічного виробництва. Київ, 2020. 20с.
4. Парфенюк А.І., Горган Т.М., Стерлікова О.М., Безноско І.В. Сагановська В.І., Благініна А.А., Тищенко Г.Ф., Ковтун В.В. Науково – методичні рекомендації «Екологічне оцінювання культурних рослин за впливом на формування популяцій фітопатогенних грибів» К:, 2015

УДК 602.3:582.287

Заварін М. А., Бойко О.А.

ГРИБ VOLVARIELLA VOLSEA У БІОТЕХНОЛОГІЇ: ІННОВАЦІЙНІ
МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

email: zavarinmishko@gmail.com

У сучасному світі біотехнології стають все більш важливим інструментом для досягнення сталого розвитку. Одним з потенційно цікавих об'єктів для досліджень у біотехнології є гриб *Volvariella volvacea*. Цей гриб, також відомий як китайський гриб-

шампінйон, має великий потенціал для розвитку інноваційних технологій, які сприятимуть сталому виробництву та екологічній стійкості. У цій роботі ми розглянемо ключові аспекти використання гриба *Volvariella volvacea* у біотехнології та його потенціал для забезпечення сталого розвитку.

Гриб *Volvariella volvacea* є важливим видом гриба, адже він має деякі унікальні характеристики та біологічні властивості, які роблять його цікавим об'єктом для досліджень у біотехнології. *Volvariella volvacea* відрізняється своєю швидкістю росту та високою продуктивністю, що робить його привабливим для комерційного вирощування. Цей гриб також має високий вміст білка, вітамінів та мінералів, що робить його корисним для харчування [Антоняк, 2013].

Гриб *Volvariella volvacea* здобуває все більше популярності завдяки своїм потенційним інноваційним застосуванням для сталого розвитку. Ці інноваційні застосування гриба *Volvariella volvacea* полягають у його використанні для виробництва біопалива та біофертилізаторів.

Якщо казати про виробництво біопалива, гриб *Volvariella volvacea* знаходить своє використання у сфері біоенергетики. Він може бути перероблений у біопаливо, таке як біогаз або біодизельне паливо. Це відкриває можливість скорочення залежності від традиційних джерел енергії, таких як нафта чи вугілля, і сприяє зменшенню викидів парникових газів. Використання біопалива на основі гриба може сприяти переходу до більш сталої та екологічно чистої енергетичної системи, що є важливим кроком у боротьбі зі зміною клімату та забрудненням довкілля.

У контексті виробництва біофертилізаторів, гриб *Volvariella volvacea* може використовуватися як джерело органічних добрив. Його біомаса має потенціал для переробки у високоякісні біофертилізатори, які можуть бути застосовані для підживлення ґрунту в сільському господарстві та садівництві. Це сприяє підвищенню родючості ґрунту, покращенню його структури та забезпеченню необхідними поживними речовинами для рослин. Використання біофертилізаторів на основі гриба може сприяти сталому землеробству, зменшенню використання хімічних добрив та мінеральних добрив, а також збереженню ґрунтового ресурсу на довгострокову перспективу [Droghda, 2015].

Гриб *Volvariella volvacea* також відіграє значну роль у підтримці екологічної стійкості через кілька ключових аспектів своєї біологічної активності.

По-перше, його здатність до розкладання органічних залишків сприяє формуванню гумусу в ґрунті, що є важливим для підтримки його родючості та структури. Гумус забезпечує рослини необхідними поживними речовинами та забезпечує збереження вологи в ґрунті.

По-друге, гриб *Volvariella volvacea* здатний до біодеградації шкідливих речовин і токсинів у водних середовищах. Його присутність може сприяти очищенню водних ресурсів від забруднень, що покращує якість води та сприяє збереженню біорізноманіття в екосистемах.

Тобто, гриб *Volvariella volvacea* допомагає забезпечити екологічну рівновагу та стійкість в екосистемах, сприяючи покращенню ґрунтової родючості та очищенню водних ресурсів від забруднень. Його властивості роблять його важливим фактором у збереженні та підтримці здоров'я екосистем [Даниляк, 1996].

В загалом, інноваційні застосування гриба, такі як виробництво біопалива та біофертилізаторів, відкривають нові можливості для покращення економічної ефективності та екологічної стійкості. Подальші дослідження та розвиток цих застосувань можуть сприяти зменшенню впливу на довкілля, підвищенню виробничої продуктивності та покращенню якості життя людей, сприяючи сталому розвитку нашого суспільства.

Список використаних джерел

1. Антоняк Г. Л., Калинець-Мамчур З. І., Дудка І.О. та ін. Екологія грибів: монографія / Львів. нац. ун-т ім. І. Франка. Львів, 2013. 628 с.

2. Даниляк М. І., Решетніков С. В. Лікарські гриби. Медичне застосування та проблеми біотехнології. Київ: Ін-т ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 1996. 65 с.
3. Alexis Drogba Sf hore. Study of the Fungus *Volvariella Volvacea* (Bull.) Singer Composition, A Non-Timber Forest Product (NTFP) Food Purchased at Abidjan Markets in Ivory Coast. *The Journal of Mycology*. 2015. Vol 1, № 1.

УДК 581.5;582.091;582.095

Зелінська А.В., Нестерова Н.Г.

АСПЕКТИ ПОСУХОСТІЙКОСТІ ДЕКОРАТИВНИХ ДЕРЕВНИХ ВИДІВ РОСЛИН ЯК ЕЛЕМЕНТІВ ОЗЕЛЕНЕННЯ МІСТ

Національний університет біоресурсів та прородокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: alinka.zelinska@gmail.com

Важливою проблемою озеленення міст є вибір посухостійких деревних видів рослин, які здатні витримувати несприятливі умови міського середовища, такі як дефіцит вологи, високі температури, забруднення ґрунту та повітря. Використання посухостійких деревних видів рослин дозволяє зменшити витрати на полив та догляд за зеленими насадженнями, а також підвищити їх стійкість до негативних факторів навколишнього середовища.

Існує багато механізмів, які допомагають рослинам витримувати посуху. Рослини уникають посухи, завершуючи свій цикл розвитку до настання посушливого періоду; переносять посуху, витримуючи зневоднення тощо. Дослідження механізмів осморегулювання мають велике значення для розвитку посухостійких сортів сільськогосподарських культур.

Існує дві стратегії стійкості до посухи. Перший - це протидія зневодненню, рослини, які використовують цю стратегію, називаються гомеогідричними рослинами. Друга стратегія полягає в тому, щоб переносити зневоднення, рослини, які використовують цю стратегію, називаються поїкілогідричними рослинами [2].

Щоб уникнути зневоднення на клітинному рівні, потрібно збільшити здатність цитоплазми утримувати воду, тобто правильну осморегуляцію. У клітинах накопичується більша кількість іонів, головним чином K^+ , і утворюються дрібномолекулярні речовини, такі як пролін, гліцин, бетаїн, трегалоза, пінітол. Знижуючи потенціал води, вона затримується в клітині [1].

Тимчасова нестача води дуже негативно впливає на рослини, обмежує фотосинтез і засвоєння поживних речовин, що призводить до зниження кількості та якості врожаю. Наслідки посухи можуть проявлятися з різною інтенсивністю залежно від виду рослин, типу ґрунту чи географічного регіону. Осінні та ранньовесняні посухи найчастіше спричиняють зниження врожайності озимих, а весняні — ярих зернових, першого відростання сіна та продуктивності пасовищ. Літні посухи негативно впливають на врожайність картоплі, цукрових буряків та другий приріст сінажних і кормових польових культур. Найбільше негативний вплив посухи спостерігається на легких ґрунтах із низькою вологістю.

При виборі рослин для озеленення важливо враховувати кліматичні умови, тип ґрунту, освітлення та інші фактори. Існує широкий спектр посухостійких рослин, включаючи дерева, чагарники, квіти та трави. Деякі популярні посухостійкі рослини: лаванда, ехінацея, очиток, юкка, барбарис, можжевельник [3].

Зменшення опадів та підвищення температури негативно впливатимуть на сільське господарство, що може призвести до неврожаїв та дефіциту продовольства. Зростання частоти та інтенсивності спекотних хвиль може негативно впливати на здоров'я людей, особливо на людей похилого віку та дітей. Зміна сезонних опадів може призвести до більш інтенсивних паводків, які можуть завдати шкоди інфраструктурі та житловим будинкам.

Аналіз матеріалів показав, що аномальний приріст температури земної поверхні (ТЗП) відповідає площі вирубки в лісопарковій зоні (Оболонський район). Це проявляється в значному підвищенні температури поверхні оголеного ґрунту або трав'яного покриву в порівнянні з температурою крон дерев. Прогноз середньої температури поверхні міського середовища міста Києва на 10 років вперед показує, що в денний час доби в багаторічному плані вона підвищиться на +1,4°C. Такі тенденції призводять до помітних змін і інших кліматичних факторів, що разом формують проблему реформування системи життєзабезпечення міста за нових природних умов.

Зміна температури може призвести до збільшення частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ, таких як посухи, паводки та спекотні хвилі. Зміна кількості та інтенсивності опадів може призвести до повеней, посух та інших проблем з водопостачанням. Підвищення рівня моря може призвести до затоплення прибережних районів.

Використання посухостійких деревних видів рослин дозволяє зменшити витрати на полив та догляд за зеленими насадженнями, а також підвищити їх стійкість до негативних факторів навколишнього середовища.

Фізіолого-біохімічні механізми посухостійкості деревних рослин ґрунтуються на здатності накопичувати воду, регулювати транспірацію та осмотичний тиск, а також на синтезі захисних речовин.

Посухостійкість декоративних деревних видів рослин, які рекомендуються для озеленення міст, варіюється залежно від їх виду, сорту, віку та умов вирощування.

Для вибору посухостійких деревних видів рослин для озеленення міст необхідно враховувати такі фактори, як кліматичні умови, ґрунтово-кліматичні умови, естетичні характеристики та стійкість до шкідників і хвороб.

Використання посухостійких деревних видів рослин у озелененні міст сприяє створенню більш екологічно стійкого та комфортного міського середовища для проживання людей.

Зелені насадження – це не лише естетичний елемент міського середовища, а й важливий фактор, що впливає на здоров'я людей та стан довкілля. Охорона та розвиток зелених насаджень – це загальнодержавне завдання, яке потребує уваги та відповідальності з боку влади, громадськості та кожної людини.

Список використаних джерел:

1. Козловська Моніка: Фізіологія рослин. Від теорії до прикладної науки. Познань: Національне сільськогосподарське та лісове видавництво, 2007, стор. 482-485. ISBN 978-83-09-01023-4
2. Kasperska Alina: Реакції рослин на абіотичні стресові фактори. У: Фізіологія рослин (ред. Копцевич Ян, Левак Станіслав). Варшава: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2002, стор. 613-678. ISBN 83-01-13753-3
3. Kalinichenko, O. A. (2003). Dekorativna dendrolohiia. [Decorative dendrology]. Kyiv: Vyshcha Shkola. 199 p. [in Ukrainian]. Matskov, F. P. (1963).

УДК 579.6

Іванова Т.Д., Коломієць Ю.В.

ПОРІВНЯННЯ ДВОХ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПАТОГЕННИХ МІКРООРГАНІЗМІВ ПРИ ПЕРЕВІРЦІ БЕЗПЕКИ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ НА НАЯВНІСТЬ CAMPYLOBACTER

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: ivanovat881@gmail.com*

Виробництво безпечної харчової продукції є однією з найважливіших проблем нашої країни, адже якісні продукти впливають на імідж промислових виробництв, торгівлю і економіку держави в цілому. Необережність і недбале ставлення під час виробництва може спричинити зараження харчової продукції патогенними мікроорганізмами, що призводить до харчового отруєння з подальшими ускладненнями для здоров'я людини.

Харчове отруєння – це захворювання шлунково-кишкового тракту з гострим перебігом, викликане вживанням їжі, інфікованої бактеріями або їх токсинами. Харчові інфекції провокують віруси, ентеропатогенні кишкові палички, ентерококи, патогенні галофіти тощо, тому при оцінці безпеки харчових продуктів першочергово визначають їх мікробіологічний стан (Oleksienko NV et al., 2011).

У людей види *Campylobacter* пов'язують із низкою шлунково-кишкових захворювань, включаючи запальні захворювання кишечника, стравохід Барретта та колоректальний рак. Також повідомлялося, що вони беруть участь у позашлунково-кишкових проявах, включаючи бактеріємію, легеневі інфекції, абсцеси мозку, менінгіт і реактивний артрит (Kaakoush NO et al., 2015).

Mini VIDAS – це багатопараметричний автоматизований імуноаналізатор у компактній формі, який використовується для швидкого скрінінгу зразків *Campylobacter spp.* Аналіз VIDAS CAM достатньо чутливий і специфічний для виявлення низьких рівнів *Campylobacter spp.* у м'ясі бройлерів після збагачення. Цей метод порівняно швидкий (<1 год) і виконується в замкнутій автоматизованій системі, мінімізуючи ризик перехресного забруднення між зразками та навколишнім середовищем (А.-К. Llarena et al., 2022).

Метою дослідження було мікробіологічне дослідження курячого м'яса на наявність *Campylobacter spp.* за допомогою посіву на селективні середовища і використання автоматизованого аналізатора mini VIDAS з порівнянням двох методів дослідження на достовірність результатів і подальшим висновком про безпеку даної продукції.

Для дослідження наявності *Campylobacter spp.* за допомогою mini VIDAS було проведено попереднє збагачення лабораторної проби в рідкому середовищі Болтона (25г/225мл) протягом 48 год при температурі 41,5 °С. Після інкубації 5 мл інокульованої проби було поміщено в окрему пробірку з подальшим нагріванням на водяній бані протягом 15 хвилин при 100 °С. Верхній шар інокулята (0,2 мл) було перенесено в стріп VIDAS CAM, тривалість аналізу – 30 хв.

Для дослідження наявності *Campylobacter spp.* за допомогою посіву на селективні середовища було проведено попереднє збагачення лабораторної проби в рідкому середовищі Болтона (25г/225мл) протягом 48 год за температури 41,5 °С. Після інкубації за допомогою мікробіологічної петлі було проведено поверхневий посів на два селективних середовища – Кармалі агар і модифікований вугілля цефоперазону дезоксихолатний агар (mCCD) з подальшою інкубацією в герметичних контейнерах з газогенеруючими пакетами для створення анаеробних умов протягом 48 год при температурі 41,5 °С.

За результатами дослідження як за використання автоматизованого аналізатора mini VIDAS, так і на селективних середовищах не було виявлено наявності патогенних мікроорганізмів роду *Campylobacter*, тому даний зразок харчової продукції (куряче м'ясо) можна вважати безпечним до вживання. Обидва методи дослідження виявилися ефективними і надійними для виявлення мікроорганізмів з наданням достовірних результатів, проте використання аналізатора mini VIDAS економить час і зменшує ризик контамінації.

Список використаної літератури:

1. Олексієнко Н.В., Оболкіна В.І., Сивній І.І. Мікробіологічна безпека харчових продуктів. Продовольча індустрія АПК, 2011. №6. 38с.
2. Kaakoush NO, Castaño-Rodríguez N, Mitchell HM, Man SM. Global epidemiology of *Campylobacter* infection. *Clinical Microbiology Reviews* Volume 28, Issue 3, 2015. 687p.

3. Ann-Katrin Llarena, Eystein Skjerve, Solfrid Bjørkøy, Merete Forseth, Julianne Winge, Sigrun J. Hauge, Gro S. Johannessen, Bjørn Spilsgberg, Gunvor Elise Nagel-Alne. Rapid detection of *Campylobacter* spp. in chickens before slaughter. *Food Microbiology*, 2022.

УДК 578.1:57.083

Климчук А.І., Таран О.П.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ АНТИГЕННИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВІРУСНИХ ІЗОЛЯТІВ ДЛЯ ПОЗИТИВНОГО КОНТРОЛЮ В ІМУНОФЕРМЕНТНОМУ АНАЛІЗІ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: anna77klum@gmail.com

Вірусні захворювання за рівнем фінансових втрат поступаються лише грибковим хворобам і є серйозною проблемою для світового сільського господарства. Зміна клімату, стрімке зростання населення та відсутність продовольчої безпеки спричиняють швидкі зміни в сільському господарстві сприяючи спалахам епідемій вірусних захворювань, що зрештою призводить до величезних втрат врожаю, які оцінюються в понад 30 мільярдів доларів США на рік. Серед найважливіших вірусних патогенів, що обмежують виробництво звичайної квасолі, є два близькоспоріднених види роду *Potyvirus*: вірус звичайної мозаїки квасолі (*Bean common mosaic virus*, BCMV) і вірус звичайного мозаїчного некрозу квасолі (*Bean common mosaic necrosis virus*, BCMNV) (Manzoor, Subaya та ін., 2022; Mutuku JM та ін., 2018). BCMV шкодичний щодо культури квасолі, є найбільш поширеним в Україні та може передаватися насінням (Кириченко, Коваленко, 2018).

Імуноферментний аналіз є широко використовуваним, універсальним методом для виявлення та кількісного визначення вірусів рослин. Точність і надійність цього методу залежать від використання відповідних позитивних контролів, якими зазвичай є ізоляти вірусу з відомими антигенними властивостями. Однак на антигенні властивості ізолятів вірусу під час процесу зберігання можуть впливати різні фактори, такі як температура, рН і присутність певних хімічних речовин. Розуміння специфічних антигенних детермінант вірусів дозволить розробляти і виробляти високоспецифічні та чутливі позитивні контролі для діагностичних тестів для ІФА. (Mehetre, Gajanan T. та ін., 2021; Mughal та ін., 2006).

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження був ізолят *Bean common mosaic virus* та його антигенні властивості для позитивного контролю в ІФА. Для отримання значної кількості вірусовмісного рослинного матеріалу вирощували квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.) сорту Пінто у лабораторних умовах. При вирощуванні відмічали рослини із відповідними симптомами звичайної мозаїки квасолі, які в подальшому використовували для інокулювання здорових рослин квасолі.

Механічна інокуляція. Для приготування інокуляту готували 0,01 М фосфатний буфер (1:10, г/мл) при рН 7,4 і розтирали інфіковані листки з системно інфікованих рослин у ступці разом з буфером. Екстракт втирали в листя тест-рослин, попередньо припудрені карборундом, на стадії чотирьох листків (Hull, R. 2009).

Підготовка зразків. Листя рослин з діагностованим вірусом розрізали і висушували над десикантом. Десиканти — це хімічні зневоднюючі агенти, осушувальні засоби, речовини, здатні поглинати або хімічно зв'язувати воду середовища. Висушений листовий матеріал зберігали в лабораторних пробірках при температурі 0-4°C. Через 6 місяців зберігання проводили перевірку збереження вірусу у дегідратованому матеріалі.

Процедура ІФА. У дві лунки планшету для ІФА додали по 200 мкл рослинного екстракту, два негативних контролі з екстракту здорової рослини та два позитивних контролі з антигеном. Інкубували при температурі 4°C протягом ночі. Промивання планшету проводили 3 рази PBS-Tween. Додали по 200 мкл блокуючого буфера в кожен досліджувану лунку і інкубували при 37 ° C протягом 1 год. Відповідне розведення специфічних антитіл,

додали до кожної лунки по 200 мкл і витримали 2 год при температурі 37°C та повторно промили. Підготували кон'югат та додали по 200 мкл у кожну лунку, інкубували 1 год при температурі 37°C та промили. Свіжо приготовлений розчин 1 мг мл⁻¹ ферменту додали у кожну лунку по 200 мкл. Інкубували в інкубаторі при 37 °C і зчитували абсорбцію при 405 нм через рівні проміжки часу протягом 120 хв (EPPO, 2015).

Результати досліджень. Наші дослідження збереження антигенів вірусу у ліофілізованих зразках після 6 місяців пресервації при +4 °C показали добре зберігання антигенних властивостей вірусу. Вміст антигенів становив 0,714 O.D., що відповідало рівню стандартного комерційного позитивного контролю. Оптимізована технологія створення позитивних контролів для діагностування вірусів методом ІФА дозволяє зберігати вірус тривалий час, а подальші дослідження будуть зосереджені на вивченні збереження антигенних властивостей вірусовмісного матеріалу в ліофілізованих зразках протягом більш тривалих часових термінів, та на перевірці збереження вірулентності зразків щодо рослин-хазяїв.

УДК 63:581.19:547.9

Коковін М.І, Галузінський М.О, Прилуцька С.В.

РЕГУЛЯЦІЯ СТРЕСОСТІЙКОСТІ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ВУГЛЕЦЕВИМИ ЧАСТИНКАМИ ЗА ВМІСТОМ ВТОРИННИХ МЕТАБОЛІТІВ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: maxim.kokovin@gmail.com

Під час вирощування сільськогосподарських культур рослини зазнають екологічних стресів, які можуть перешкоджати їхньому росту та продуктивності. До таких стресових факторів належать низькі температури, посуха, кислотність ґрунту, а також шкідники та хвороби. Кожен з цих факторів створює значні проблеми для рослин, що потенційно може призвести до зниження врожайності та погіршення якості продукції.

Дефіцит води в рослинах викликає різні зміни на клітинному, фізіологічному та молекулярному рівнях, впливаючи на такі важливі аспекти, як фотосинтетична активність, біомасу та утворення активних форм кисню (АФК). Надмірне утворення АФК призводить до пошкодження ДНК, білків та клітинних мембран. Важливим є регулювання процесів вільнорадикального окиснення і підтримування стабільних концентрацій АФК. Вуглецеві наноматеріали (ВНМ), фулерен C₆₀ та його водорозчинні похідні, є перспективними для використання у агробіотехнології з метою захисту і попередження розвитку абіотичного стресу у рослин.

Показано, що за оптимальних доз фулерол, водорозчинне похідне фулерену C₆₀, попереджав шкідливий вплив осмотичного стресу [Аль-Абдулла та ін., 2017]. Унікальна сферична форма молекули та наявність π-кон'югованих зв'язків фулерену дозволяє йому ефективно вловлювати АФК, що є особливо важливим для підвищення стійкості рослин до посухового стресу [Вей та Ван, 2013]. Крім того, доведено антиоксидантну роль фулерену та його водорозчинних похідних, що додатково підтверджує їхню роль у розвитку механізмів стійкості до абіотичного стресу у рослин [Ахтар та ін., 2017].

Показано, що фулерен та його водорозчинне похідне, залежно від концентрації (від 70 мкмоль/л до 700 мкмоль/л) [Борішев та ін., 2013], знижували окислювальний вплив посухового стресу у насінні цукрових буряків (*Beta vulgaris L.*). Крім того, було показано, що протруювання насіння *Brassica napus L.* фулеренолом значно покращувало проростання насіння в умовах посухи у концентраціях 10 і 100 мг/л. Обробка проростків *B. napus* фулеролом також призводила до збільшення надземної сухої маси та активізувала фотосинтез, особливо в умовах посухового ґрунту [Сюн та ін., 2017]. Ці результати

підкреслюють потенціал наноматеріалів на основі фулерену в підвищенні стійкості рослин до дефіциту води та інших абіотичних стресів.

Перспективним напрямом досліджень у агробіотехнологіях є оцінка впливу вуглецевих наночастинок на синтез вторинних метаболітів у рослин. Оскільки вторинні метаболіти синтезуються рослинами у відповідь на стресові умови, їх вміст може бути не лише показником самого стресу, але і показником ефективності застосування вуглецевих наночастинок для зменшення або уникнення цього стресу. Зміни концентрацій вторинних метаболітів за дії вуглецевих наночастинок можуть вказувати на активність захисного механізму рослини та її здатність адаптуватися до нових умов. Такий підхід дозволяє глибше розуміти механізми взаємодії між наночастинками та рослиною і сприятиме розробці ефективних стратегій для підвищення стресостійкості та врожайності сільськогосподарських культур.

УДК632.3.01/08

Кондратюк Д. О., Кваско О. Ю.

БАКТЕРІОЗИ РОСЛИН КАРТОПЛІ *SOLANUM TUBEROSUM* L.

Національний університет біоресурсів і природокористування України вул. Героїв

Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: diana.kondrat.13@gmail.com

Обсяг виробництва картоплі у Україні має найвищий показник серед овочевих культур. Відсоток вирощеної культури йде на зовнішній ринок і складає близько 5% за 2022 рік [4, 2]. Із збільшенням відсотку виробництва збільшується відсоток продукції, що буде уражена різними фітопатогенами, до яких належать і бактерії. Заради мінімізації збитків важливим є вчасне виявлення та діагностика хвороб картоплі.

До найбільш поширених і шкідливих бактеріозів відносять мокру (м'яку) гниль або чорну ніжку, збудниками яких є грамнегативні бактерії родини *Enterobacteriaceae*, що руйнують пектин, завдяки чому відбувається процес гниття як стебел так і бульб картоплі. До найбільш розповсюджених представників, що викликають такі гнилі, відносять роди *Pectobacterium* та *Dickeya*. Вони локалізуються в судинній тканині картоплі, чим спричиняють її закупорювання. В процесі метаболізму бактерії виділяють токсини, що призводить до отруєння сусідніх тканин, початку процесу гниття. Початковим місцем загнивання є область з'єднання бульби зі столоном, звідки гниль поширюється у глибину бульби. У процесі розвитку хвороби гниль починає набувати характерний запах [1, 3].

Бурою гниллю картоплі називають судинну хворобу, що провокує пом'якшення та побуріння судинного кільця. Цю хворобу викликає грамнегативна бактерія *Ralstonia solanacearum*. Особливостями патогенезу є ослизнення судинних тканин, їх загнивання та зміна кольору на темно-бурий. В Україні *R. solanacearum* вважається відсутньою і є в переліку регульованих шкідливих організмів списку А-1 [1, 3, 5].

Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicum належить до регульованих некарантинних бактерій списку А-2, що є обмежено поширеними [5]. Викликає судинну хворобу – кільцеву гниль картоплі. Симптоматика протікає наступним чином: спочатку спостерігається в'ялення кількох стебел, при зрізі з яких виділяється білий ескудат з провідних пучків. У процесі розвитку хвороби провідна тканина стає кремово-жовтою, змінюючи свою структуру на сироподібну. На цьому місці з часом може сформуватись дупло [1, 3].

Деякі джерела до бактеріальних хвороб відносять звичайну паршу картоплі. Її збудниками є види *Streptomyces*. Проявляється у вигляді некрозу підземної частини рослини, включаючи коріння, столони та стебла. Листяних симптомів не виявляється, хвороба не прогресує під час зберігання, проте можливе зневоднення бульб через обширні ураження, через що вони не дадуть сходів наступного сезону [1].

За несвоєчасного виявлення та діагностики різних хвороб картоплі відсоток непридатної до реалізації сировини може становити від 30 до 80%. Саме тому у світі існують різні методи регулювання поширення фітопатогенів через садивний матеріал. В Україні на сьогодні діє Закон Про карантин рослин, який визначає порядок управління карантинними рослинами, проведення фітосанітарної експертизи, розробки та застосування фітосанітарних заходів, виявлення, моніторинг та боротьба із регульованими шкідливими організмами, а також регулює процеси міжнародної торгівлі та інші пункти. У цьому законі присутній перелік регульованих шкідливих організмів, що включає в себе карантинні організми, відсутні в Україні (список 1); карантинні організми, обмежено поширені в Україні (список 2); регульовані некарантинні шкідливі організми.

Список використаних джерел:

1. Bacterial diseases of potato / A. Charkowski et al. *The potato crop*. Cham, 2020. P. 351–388. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5_10
2. FAOSTAT. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>.
3. Гвоздяк РІ, Пасічник ЛА, Яковлева ЛМ, Мороз СМ, Литвинчук ОО, Житкевич НВ, та інші. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин. Том. 1. За ред. В.П.Патики. К.: ТОВ “НВП “Інтерсервіс”, 2011. 444 с.
4. *Державна служба статистики України*. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>.
5. Про затвердження Переліку регульованих шкідливих організмів : Наказ М-ва аграр. політики України від 29.11.2006 р. № 716 : станом на 3 верес. 2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1300-06#Text>

УДК 502.171:635.92:57.085

Корнілова О.О., Кляченко О.Л.

**ЗБЕРЕЖЕННЯ КЛЕМАТИСА МАДЖУРСЬКОГО ВВЕДЕНОГО
В КУЛЬТУРУ *IN VITRO***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: usakorin2003@gmail.com*

Клематис манжурський – лікарська та декоративна рослина, яка досить відома з давніх часів і широко застосовується в народній медицині завдяки бактерицидним та фунгіцидним властивостям листків та квітів. Має велику кількість класифікацій і різновидів. Ломоноси можна зустріти в лісі та в степовій місцевості, вони також не бояться скелястих ґрунтів або чагарників. Домашні сорти часто більш вибагливі, ніж їхні дикорослі родичі, але загалом не створюють багато клопоту. Сьогодні налічується від 230 до 380 видів рослин. Розрізняють клематиси за таксономічною системою, за розміром квіток та по материнській лінії. Гібридні клематиси часто поділяють на дрібноквіткові - розмір квіток від 5 см до 9 см, середньоквіткові діаметр квіток 10 см - 15 см та великоквіткові сорти - квітки дуже великі, діаметром до 20 см.

Крім того рослини широко використовуються в озелененні та займають одне з провідних місць у декоративному садівництві [1]. Для збереження вихідних ознак клематиси розмножують, як правило лише вегетативно: живцями та відводками. Однак, вегетативне розмноження досить повільне, трудомістке, залежить від природних умов та сприяє накопиченню інфекції у рослинному матеріалі. Тому використання сучасних біотехнологічних методів отримання посадкового матеріалу в умовах *in vitro* є більш ефективним порівняно з традиційними способами розмноження. Це допоможе пришвидшити ріст та розвиток рослини, що в подальшому покращить біорізноманіття ломоносу в Україні.

Мета роботи – отримати асептичну, безвірусну культуру клематиса манжурського та розробити ефективний спосіб регенерації рослин.

Для введення в культуру *in vitro* вихідними експлантатами слугували мікропагони з пазушними та апікальними бруньками клематиса манжурського. В роботі застосовували загально прийняті в біотехнології методи досліджень (стерилізація, приготування живильних середовищ, перепасирування) [2]. Для отримання асептичної культури клематиса манжурського рослинний матеріал стерилізували в 0,9% розчині NaClO, 70% C₂H₅OH та 0,2% HgCl₂. В таблиці представлено два варіанти ступінчастої стерилізації.

У нас було два методи стерилізації. У першому варіанті стерилізація проходила таким чином, 15 хвилин в 0,9% розчині NaClO потім на 30 секунд занурюємо в 70% C₂H₅OH. Далі стерилізуємо в 0,2% HgCl₂ 7 хвилин. У другому варіанті не використовується NaClO. Стерилізацію починаємо з C₂H₅OH, залишаємо експлант у розчині на 1 хвилину, а далі переносимо у HgCl₂ на 5 хвилин.

На завершальному етапі стерилізації експлантати промивали в стерильній дистильованій воді три рази по 10 хв. Експлантати поміщали на живильне середовище Мурасіге-Скуга (МС) без регуляторів росту [3].

Обробка первинних експлантів клематису першим методом виявилася не досить вдалою, ефективність стерилізації становила 85%. При цьому необхідно зазначити, що протягом 7 - 21 діб поступово почали заражатися бактеріями та грибами. За використавши другого методу - спостерігали 100% отримання асептичного матеріалу, з 23 експлантів тільки один був некротичний, що свідчить про низький відсоток некротизованих експлантів. Отримані мікропагони довжиною 3-5 міжвузлів живцювали і поміщали на живильне середовище МС доповнене кінетином в концентрації 0,25 мг/л та культивували за температури 25±1° С і 16-годинному фотоперіоді. Субкультивування проводили через 30 діб культивування. За таких умов коефіцієнт розмноження становив 1:6,6.

Отже, завдяки сучасному біотехнологічному методу, мікроклонального розмноження ми отримуємо незаражений, вирощений в стерильних умовах матеріал, який в подальшому при висаджуванні в ґрунт буде більш стійким до негативних чинників. Щоб рослину правильно ввести в культуру *in vitro*, спочатку, потрібно підібрати метод стерилізації, а потім середовище з відповідним вмістом мікро- та макроелементів. Тому, нами було розроблено оптимальний режим стерилізації експлантів клематиса Манжурського, що складається з послідовної обробки 70% етиловим спиртом (1 хв), 0,2% HgCl₂ (експозиція 5 хв), при якому ефективність стерилізації становила 100%. За культивування мікроживців на модифікованому живильному середовищі МС з додаванням 0,25 мг/л кінетину коефіцієнт розмноження становив 1: 6,6.

1. Колдар, Л. А., Небиков, М. В., & Гончар, Н. О. (2020). Регенераційна здатність представників роду *Clematis* L. в умовах *in vitro*. *Journal of Native and Alien Plant Studies*. (10). <https://doi.org/10.37555/2707-3114.10.2014.198012>

2. Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Субін О.В. Біотехнологія рослин. Навчальний посібник. К.: Вид-во НУБПІ України, 2023. – 355 с.

3. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 1962.—vol. 15, No13.—P. 473–497

УДК 601.2:577.121:633.34

Косовська Н.А.¹, Маценко² Я. С., Яковлева³ А.С., Бородай В. В.²
АКТИВНІСТЬ ҐРУНТОВИХ МІКРООРГАНІЗМІВ У РИЗОСФЕРІ
GLYCINE MAX L.

¹Інститут агроекології та природокористування НААН, м. Київ, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

³ BTU Centre Europe GmbH
e-mail: matsenkoyana20@gmail.com

Вирощування сої (*Glycine max* (L.) Merr.) є однією з ключових галузей рослинництва в багатьох країнах світу, а саме в США, Бразилії, Аргентині та Україні. Соя є важливою продовольчою культурою завдяки високому вмісту білка, антиоксидантів та інших поживних речовин. Окрім цього соя характеризується широким спектром використання в харчовій промисловості. Соя – цінна культура з агрономічної точки зору, за даними IFPRI соя здатна фіксувати від 68 до 334 кг азоту на гектар залежно від умов вирощування. Також вирощування цієї культури призводить до поліпшення фізичних властивостей ґрунту та збільшення кількості гумусу [1].

Вирощування сої сприяє різноманітності ґрунтових мікроорганізмів та їхній активності. Ризосфера, як область ґрунту навколо коренів рослини, є особливо багатою на мікроорганізми. У ризосфері відбуваються активні процеси взаємодії між рослиною і мікроорганізмами ґрунту. Корені сої впливають на ґрунт як фізично, зокрема через свою структуру або теплове випромінювання, так і хімічно, шляхом синтезу різноманітних метаболітів. В свою чергу, коріння рослин виділяють метаболіти в ризосферу двома шляхами: активно - використовуючи енергію АТФ, і пасивно - шляхом дифузії [2]. Метаболіти можуть впливати на склад та активність мікроорганізмів, а також на хімічні властивості ґрунту. Так, у своїх дослідженнях Wei Z. та ін. (2019) показали, що відносна чисельність бактерій родів *Bradyrhizobium*, *Burkholderia* та грибів родів *Mortierella* і *Chaetomium* значно зросла в ризосферному ґрунті під впливом кореневих виділень сої. Дослідники дійшли висновку, що кореневі екsudати сої є селективним чинником, що формує унікальні ризосферні мікробні угруповання, збагачені корисними мікроорганізмами, такими як бульбочкові бактерії, фіксатори азоту та гриби-мікоризоутворювачі [3].

Соя здатна вступати в ендосимбіотичні відносини з бульбочковими бактеріями чотирьох видів: *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii*, *B. liaoningense* та *Sinorhizobium fredii*.

Важливу роль у формуванні високих урожаїв сої відіграють бульбочкові бактерії виду *B. japonicum*, які вступають у симбіотичні зв'язки з цією рослиною та забезпечують її біологічним азотом. Недостатня кількість цих бактерій у прикореневій зоні призводить до того, що потенціал симбіозу бобових рослин з бульбочковими бактеріями не використовується повною мірою. При довготривалому існуванні бульбочкових бактерій сої без рослини-хазяїна чисельність їх зменшується, бактерії поступово зникають з мікробного ценозу ґрунту. Передпосівна інокуляція насіння селекційними штамами *B. japonicum* є обов'язковим агроприйомом при її вирощуванні.

Періодичне вирощування культури з використанням біопрепаратів у системах сільськогосподарського виробництва призвело до формування локальних угруповань бактерій у ґрунті [4]. У своїй роботі Alvarenga R. та ін (2019) вивчали вплив інокуляції насіння сої бульбочковими бактеріями *B. japonicum* на урожайність культури в польових умовах. Результати показали, що інокуляція *B. japonicum* призвела до значного підвищення врожайності сої на 12-27% на ділянках з інокульованим насінням [5].

Відомо, що бобові культури за рахунок симбіотичної азотфіксації синтезують та виділяють у ґрунт нейтральні амінокислоти. Ексудати рослини та супутня ґрунтова мікрофлора формують специфічний ензиматичний комплекс, який суттєво впливає на мікробіологічну активність ґрунту, а також на родовий склад та видове різноманіття мікроміцетів [6]. У кореневій зоні сої домінують переважно токсиноутворювальні види грибів рр. *Aspergillus* і *Penicillium* та види з фітопатогенними властивостями: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium moniliforme* var. *lactis*, *F. oxysporum* var. *orthoceras*, *Gliocladium* sp., *Verticillium* sp. Токсини грибів знижують рН ґрунтового розчину в ризосфері

сої, особливо в умовах сухого клімату, як наслідок, швидкість утворення бульбочок на коренях рослин зменшується і відповідно знижується процес азотфіксації.

Поширення ґрунтових патогенів, таких як *Fusarium* spp. або *Stramenopile* spp., серед посівів сої може призвести до серйозних захворювань та зменшення врожайності. Так, за даними досліджень Olszak-Przybyś, H. (2023) інокуляція тестованими ізолятами *F. oxysporum* знизилася відсоток схожості який дорівнював в середньому 12-24%, порівняно із контролем (83-93%) [7]. У той же час, деякі кореневі та ґрунтові мікроорганізми мають здатність стримувати розвиток патогенів сої, покращувати живлення рослин, сприяти їх росту та підвищувати продуктивність. З цієї причини важливо визначати кількість ґрунтових мікроорганізмів, таких як *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp. та актиноміцети, які беруть участь у біологічному контролі ґрунтових патогенів, для загальної оцінки стану ґрунту.

Важливо зберігати рівновагу ґрунтової мікробіоти при вирощуванні сої, щоб підтримувати високий рівень врожайності та якості продукції, а також для збереження здоров'я ґрунту на довготривалу перспективу. Застосування агрономічних практик, таких як ротація культур, використання біологічних препаратів та органічних добрив, може сприяти підтримці різноманітності та активності ґрунтових мікроорганізмів за вирощування сої.

Список використаних джерел:

1. Kumar, R., Kumar, N., Vishwakarma, P., Singh, A.P., Kumar, P., Kumar, V., Jaria, S., Jaiswal, S. (2021). Impact of Soybean on Soil Quality: A Review. *Soil & Tillage Research*, 17(8), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105126>
2. Massalha, H., Korenblum, E., Tholl, D., Aharoni, A. (2017). Small molecules below-ground: the role of specialized metabolites in the rhizosphere. *Plant J.* 90(4), 788-807. <https://doi.org/10.1111/tpj.13543>
3. Wei, Z., Wan, H., Yang, T., Yang, F., Tian, Y., Jin, C., Yang, G. (2019). Impact of soybean root exudates on the structure of rhizosphere microbial communities. *Plant and Soil*, 436(1), 529–543. <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04324-7>
4. Krutylo, D.V. (2022). Symbiotic interaction between a mixture of *Bradyrhizobium japonicum* strains and different soybean cultivars. *Agricultural science and practice*. No.3, 36-48. <https://doi.org/10.15407/agrisp9.03.036>
5. Alvarenga, R.C., Souza, R.A., Maia, P.I., Silveira, P.R., & Araújo, A.S.F. (2019). Effect of *Bradyrhizobium japonicum* inoculation on soybean yield. *Agronomy*, 9(5), 251. <https://doi.org/10.3390/agronomy9050251>
6. Парфенюк А.І., Косовська Н.А., Бородай В.В., Туровнік Ю.А., Кореневі екзометаболіти, як екологічний чинник у взаємодії культурних рослин з ґрунтовими мікроорганізмами *Агроєкологічний журнал*. 2022. № 3. С. 62–74. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266410>
7. Olszak-Przybyś, H., Korbecka-Glinka, G., Patkowska, E. Identification and Pathogenicity of *Fusarium* Isolated from Soybean in Poland. *Pathogens* 2023, 12, 1162. <https://doi.org/10.3390/pathogens12091162>

УДК 606:57.085:633.584.3

Костючек О.С., Лобова О.В.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО ВВЕДЕННЯ ВЕРБИ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO*

Національний університет біоресурсів та природокористування
України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: olyakostutschek1@gmail.com

Рід Верба серед Вербових є досить поширеним. Рослини цього роду пристосувались до життя майже у всіх куточках планети. Багато представників знайшли пристосування до таких умов життя, в яких іншим багатьом рослинам було б важко вижити. У природі України зустрічається біля 30 видів рослин, а інші ростуть у культурі. Існування верб у тундрі, альпійському і субальпійському поясі гір відіграє важливу роль у формуванні ландшафтів. Рід *Salix.L.* включає в себе біля 350-370 видів рослин, вони представлені деревами, кущами, напівкущами та кущиками. Листя у верби зазвичай просте, плоске та гостре. Розташування листків на пагоні почергове або ж дещо рідше косо-супротивне. Цвіте верба ранньою весною, переважно до розпускання листків. Рослини дводомні. Квіти є сидячими, представлені сережками, що за морфологією є суцвіттям колос або китиця. Тичинок налічується від 1 до 12, оцвіттини нема. Достигання насіння відбувається через 3-4 тижні від моменту цвітіння. Проростання насіння відбувається дуже швидко після попадання його у вологий ґрунт, орієнтовно це займає добу, інколи менше. Верба є досить невибагливою до світла, але наявність достатньої кількості води є важливою. Розмножуватись це дерево може як вегетативно, так і насінням. Вербу не складно розмножити живцями, інколи вона дає паросль біля пенька, яку також можна розсадити.

Верба широко використовується у промисловості. З листків добувають дубильні та деякі інші хімічні речовини. У ландшафтному дизайні часто використовують різні декоративні види. Вербова деревина легко обробляється і використовується для виготовлення меблів. Багато країн використовує вербу як паливну культуру через її високу енергетичну цінність та швидкість зростання.

Оскільки діяльність людства призводить до масового забруднення навколишнього середовища, це потребує особливої уваги, адже стан повітря, води, ґрунту впливає на здоров'я людини. Зменшити кількість забруднення може використання екологічних джерел отримання енергії. Це можуть бути брекети палива, які складаються з рослинної біомаси. Такою біомасою може бути деревина швидкоростучих порід дерев. Для клімату України є досить перспективним вирощування верби, адже вона швидко росте та є невибагливою до умов вирощування.

Альтернативою розмноження верби традиційним методам є розмноження в культурі *in vitro*. Мікроклональне розмноження – це метод нестатевого розмноження рослин в культурі. Він розширює можливості науковців, оскільки дозволяє контролювати весь життєвий цикл рослини. Однією з головних переваг мікроклонального розмноження є отримання добре зростаючих асептичних, генетично однорідних рослин не залежно від вегетаційного періоду.

Для успішного результату в мікроклональному розмноженні необхідно правильно підібрати тип експланту, стерилізуючий розчин та живильне середовище. Для введення в культуру *in vitro* верби виду *S.alba* ми використали бокову меристему (рис.1). Стерилізуючий розчин– 0,1 % розчин Сулими. Час експозиції 10 хвилини. Живильне середовище - Мурасіге-Скуга. Ефективність стерилізації становила 75 %. На 14 добу культивування ми спостерігаємо активацію бокової меристеми.

УДК 631.5.635.9

Кущенко К.С., Кляченко О.Л.

КАЛЛЮСОГЕНЕЗ ГВОЗДИКИ ГОЛЛАНДСЬКОЇ (*DIANTUS CARYOPHYLLUS L.*) В
КУЛЬТУРІ *IN VITRO*

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Вул. Героїв Оборони, 15, м.Київ, 03041, Україна
e-mail: Kukateryna@gmail.com

Гвоздика голландська (*Dianthus caryophyllus* L.) - багаторічна рослина родини гвоздичних, яка використовується в комерційному квітникарстві для отримання квітів на зріз. На сьогодні існує багато сучасних різновидів, що були отримані в результаті довготривалої селекції. Наразі на ринку представлено велику кількість квітів гвоздики різного кольору.

Гвоздика є однією з найбільш продаваних декоративних культур у всьому світі (Khatun, 2018). Важливою сферою застосування методу культури тканин є розмноження з метою отримання генетично ідентичних цінних елітних рослин. При цьому декоративні і квіткові рослини найчастіше розмножують за допомогою техніки культури тканин.

Калюсна тканина – це неорганізована недиференційована маса клітин паренхіми рослин, утворення якої індукують на поверхні механічно пошкоджених рослинних тканин, поміщаючи їх після стерилізації на живильне середовище. При цьому до живильного середовища обов'язково додають регулятори росту ауксини та цитокініни у класичному співвідношенні 10 : 1. Специфічне співвідношення аксинів і цитокінів в культуральному середовищі ініціюють утворення калюсу або соматичний ембріогенез. За консистенцією калюсні тканини підрозділяють на компактні, середньої щільності та пухкі.

Промислові підприємства, які вирощують гвоздику потерпають від відсутності якісного посадкового матеріалу, що як правило імпортують із різних країн. На сьогодні для подолання цієї проблеми важливим є розробка ефективної проліферації калюсу для отримання великої кількості посадкового матеріалу *in vitro* та для впровадження у виробництво нових сортів.

Метою нашої роботи є підбір експлантатів гвоздики голандської та підбір оптимальних живильних середовищ і фізичних умов культивування для індукції калюсогенезу *in vitro*.

Дослідження проводили в лабораторії біотехнології рослин кафедри екобіотехнології та біорізноманіття НУБіП України в 2023-2024 рр. Для введення в умови *in vitro* як експлантати використовували пагони з пазушними і апікальними бруньками двох сортів гвоздики голандської «Tiya» та «Raffino Linde». В роботі застосовували загальноприйняті в біотехнології методи досліджень (Кляченко та ін., 2023)

Для отримання асептичної культури гвоздики голандської рослинний матеріал стерилізували в 1% розчині Thimerosal, 70% етиловому спирті та 0, 08% AgNO₃ з різною експозицією. Стерилізацію проводили послідовно. Встановлено, що ефективним виявився варіант 1% розчин Thimerosal з експозицією 2 хв, 70% етиловому спирті – 30 сек та 0, 08% AgNO₃ – 1хв, який дозволив звільнити рослинний матеріал від екзо-і ендогенної інфекції.

Калюсну тканину гвоздики сортів «Tiya» та «Raffino Linde» одержували зі стерильних листових пластинок (0,40–0,50 см²) та фрагментів мікропагонів (0,5–0,8 см). На експлантатах скальпелем штучно робили додаткові насічки для кращого утворення калюсу. Пагони розрізали на сегменти по 2-4 мм. Виділені експлантати висаджували на стерильні живильні середовища для калюсогенезу, які попередньо стерилізували автоклавуванням при 1 атм 20 хвилин. Для субкультивування маса сирої речовини калюсу становила 2,0±0,10 г. Тривалість пасажу складала 28–30 діб. Рослинний матеріал культивували у пеніцилінових флакончиках у термостаті ТС-80 без освітлення за температури 25±1 °C та ВВП 70–75 %. Частоту калюсоутворення визначали як відсоток експлантатів, які утворили калюс від загальної кількості експлантатів. Середньомісячний приріст сирої маси калюсу визначали як різницю між кінцевою та початковою масою.

Відомо, що регулятори росту викликають багаточисельні зміни у рослинних тканинах і є основою структурної трансформації клітин при калюсогенезі. Наявність регуляторів росту у живильному середовищі спричиняють отримання калюсної маси з високим ступенем проліферації, що уможливорює отримання великої кількості рослин-регенерантів. Крім того,

певний генотип має свої особливості та складнощі в процесі отримання і культивування калюсних тканин.

Калюсну тканину гвоздики отримували шляхом культивування стеблових експлантатів на модифікованому живильному середовищі Мурасіге-Скуга (МС) (Murashige, Skoog, 1962) з додаванням регуляторів росту НОК та БАП у різних концентраціях та співвідношеннях. Для калюсогенезу використовували наступну серію живильних середовищ : МСК1 (МС+0,2 мг/л БАП + 2 мг/л БАП); МСК2 (МС+0,5 мг/л БАП + 2 мг/л БАП); МСК3 (МС+1 мг/л БАП + 2 мг/л БАП). Пеніцилінові флакончики з висадженими експлантатами поміщали в термостат з регульованою температурою, умови темряви та відносної вологості 70% і культивували 12 діб.

Через 12 діб експлантати виставляли на світло за температури $+23 \pm 1$ °C і 16-годинному світловому періоді в кімнатних умовах, на підвіконня з південного боку. На 24 добу проводили облік утворення калюсних тканин.

В процесі експерименту нами вивчено вплив фітогормонів на проліферацію калюсних тканин гвоздики голандської сорту «Тіуа» та «Raffino Linde» і встановлено, що найбільш оптимальним виявилось середовище МСК2, доповнене 0,5 мг/л БАП та 2 мг/л БАП. При цьому кількість експлантатів, що утворили калюс становила 100% для обох досліджуваних сортів. Однак, приріст калюсної маси становив для сорту «Тіуа» - $820 \pm 41,1$, для сорту «Raffino Linde» - $610 \pm 30,5$ відповідно. Мінімальна маса калюсів в середньому формувалася на живильному середовищі варіанту МСК1.

Крім ростових характеристик було визначено якісні характеристики калюсних тканин, а саме їх компактність та забарвлення. Необхідно зазначити, що для обох генотипів вони відрізнялись від складу живильного середовища. При культивуванні калюсних тканин на живильних середовищах МСК2 та МСК3 спостерігали утворення щільного калюсу із зеленими осередками клітин, тоді як на середовищі МСК1 – світло-жовтого кольору, не щільного, що характерно для обох досліджуваних сортів гвоздики.

Отже, в межах сортів гвоздики майже не спостерігалися значні відмінності у протіканні процесів калюсогенезу і частота калюсогенезу становила 100%.

Таким чином в результаті проведених досліджень встановлено впливу концентрації фітогормонів в живильному середовищі на індукцію калюсогенезу ізольованих експлантатів двох сортів гвоздики голандської «Тіуа» та «Raffino Linde» та розроблені етапи отримання асептичної культури.

Список використаних джерел:

1. Khatun M., Roy P.K., Razzak M. A. Additive effect of coconut water with various hormones on in vitro regeneration of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). J. Anim. Plant Sci. 28(2):2018. 204-215
2. Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Субін О.В. Біотехнологія рослин. Навчальний посібник. К.: НУБП України, 2023. – 350 с.
3. Murashige T., F. Skoog (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 5. 473 – 497.

УДК 632.937: 551.557.62:633.111

Леонова Т.Р., Дашенко А.В.

РОЛЬ ПОСУШЛИВИХ УМОВ В ІНТЕНСИВНОСТІ УРАЖЕННЯ КУЛЬТУРИ TRICUM AESTIVUM L. ХВОРОБАМИ

*Національний університет біоресурсів та природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м.Київ, 03041, Україна
e-mail: leonovatana586@gmail.com*

Посушливі умови в сільському господарстві мають великий вплив на розвиток та поширення різноманітних хвороб серед культури озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.). Відомо, що такі умови сприяють створенню сприятливого середовища для розвитку патогенних організмів, таких як грибки та бактерії, які можуть спричиняти значні збитки у врожаї та загрожувати стійкості сільськогосподарських культур.

Однією з хвороб, яка особливо активізується в умовах посушливості, є фузаріоз, який спричинюється рядом видів грибків роду *Fusarium*. Ця хвороба може порушити розвиток рослини на будь-якому етапі її життєвого циклу, від проростання насіння до збору врожаю. Умови посухи сприяють швидкому поширенню фузаріозу, оскільки грибки цього роду виявляють велику стійкість до високих температур та низької вологості. Внаслідок цього, уражені рослини можуть втратити здатність до формування зерен, що призводить до зниження врожаю та якісних характеристик продукції.

Крім фузаріозу, посушливі умови можуть також сприяти поширенню інших хвороб, таких як пшенична хвороба стебла, спричинена грибком *Bipolaris sorokiniana*. Цей патоген може проникати в рослину через мікропори на листках або через ушкоджені стебла та викликати формування плям та пожовклість листя, що веде до зниження фотосинтетичної активності та загальної зниження врожаю.

Пшенична ржавчина, також може бути поширена в умовах посухи. Ця хвороба спричинюється грибами роду *Puccinia* та може проявлятися у вигляді коричневих або червоних плям на листках, що призводить до погіршення фотосинтетичної активності та зниження врожаю.

Дослідження, проведені на протязі останніх десятиліть, показали, що в умовах посушливості інтенсивність ураження культури озимої пшениці хворобами може збільшуватися до 30-40% порівняно з нормальними кліматичними умовами. Це ставить під загрозу стабільність виробництва пшениці та вимагає розробки ефективних заходів захисту та адаптації сортів до умов посушливості.

З метою подальшого розуміння впливу посушливих умов на інтенсивність ураження культури озимої пшениці хворобами, буде проведено дослідження, мета якого полягатиме в оцінці впливу різних рівнів вологості та температури на розвиток патогенів та врожайність рослин. Результати цього дослідження допоможуть розробити більш ефективні стратегії захисту культури озимої пшениці в умовах посушливості та забезпечити стійке виробництво пшениці навіть при негативних кліматичних умовах.

Список використаної літератури

1. Snijders CHA. Genetic variation for resistance to *Fusarium* head blight in bread wheat. *Euphytica*. 1990;50:171–9
2. Ковалишина ГМ. Фузаріоз колосу на озимій пшениці. наук.-техн. жур. Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла. 2010;10:138–44.
3. Ретман СВ. Фузаріоз колосу. аналіз змін у фітопатоген-ному комплексі. Карантин і захист рослин. 2011;2:1–3
4. Afzal, F. et al. (2015). Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Under Biotic and Abiotic Stresses: An Overview. In: Hakeem, K. (eds) *Crop Production and Global Environmental Issues*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-23162-4_13

УДК 632.3/4:633

Литвиненко О. І., Дрозд П. Ю.

РОЛЬ РОСЛИННИХ МІКРОБІОМІВ У ЗАХИСТІ ВІД ХВОРОБ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
 E-mail: petro.drozd@gmail.com

Найпершими живими організмами, які заселили нашу планету близько 4 мільярдів років тому, були бактерії. З часом Землю почали заселяти набагато більш розвинені організми, які значно перевищували їх у розмірах та складності будови і процесів життєдіяльності, однак, на сьогодні життя жодного живого організму не є можливим без участі бактерій. Саме бактерії забезпечують формування ґрунту, відіграють важливу роль у формуванні кожної екосистеми, забезпечують очищення довкілля, а також захищають організми від різних зовнішніх загроз, забезпечуючи їх стійкість. Особливу роль у цьому відіграє мікробіом – сукупність усіх мікроорганізмів, що живуть разом у певному середовищі існуванні. Зазвичай цим терміном описують сукупність тих мікроорганізмів, які мешкають на шкірі живих істот, у дихальних шляхах, кишківнику тощо. Присутній мікробіом і на поверхні рослин. Рослини, як і усі живі істоти, схильні до хвороб, спричинених зовнішніми факторами. У господарській діяльності людина для того, щоб захистити рослини від хвороб, використовує шкідливі хімікати, навіть не усвідомлюючи те, наскільки вагомий вплив на захист рослини від хвороб може мати її мікробіом.

Роль мікробіому у захисті рослин від хвороб поки ще недостатньо досліджено, однак, механізм його взаємодії з патогенами може бути схожим на взаємодію з відповідними загрозами мікробіому людини. Протягом періоду свого існування рослини можуть зіткнутись з низкою патогенних мікроорганізмів та вірусів, які можуть стати причиною їх загибелі. У такому випадку мікробіом може бути ключовим інструментом для формування стійкості рослини від хвороб, своєрідним щитом, що буде захищати її від вірусів та патогенних бактерій, тим самим відкриваючи перед людиною нові можливості. У такому випадку не буде виникати необхідності застосовувати агресивні речовини, які можуть радше зруйнувати захисний мікробіом, аніж забезпечити справжній захист рослини [1].

Роль мікробіому рослини у захисті від хвороб вітчизняними науковцями досліджується недостатньо, однак є дослідження закордонних науковців, які доводять важливе значення мікробіому у даному випадку. Так, біологи Каліфорнійського університету Берклі провели дослідження, згідно з яким встановили, що мікробіом є надзвичайно важливим для рослин. Проживаючи на її корінні або на поверхні листя, бактерії зацікавлені в тому, щоб рослина, на якій вони живуть, перебувала у належному стані, створюючи тим самим оптимальні умови для свого існування. Тобто, як зазначають науковці, «якщо бактерія співпрацює з рослиною, щоб допомогти їй продовжувати розвиток під час сухої погоди, вона, по суті, будує для себе кращий дім». Дослідники не вивчали вплив мікробіому на захист від хвороб, однак звернули увагу на ще одне важливе питання – захист від посухи. Бактерії можуть впливати на рослину гормональним шляхом, стимулюючи ріст її коренів, допомагаючи транспортувати воду і поживні речовини. Подібним чином мікробіом може функціонувати, захищаючи рослину від хвороби, стимулюючи виконання певних внутрішніх механізмів, спрямованих на захист від патогенних організмів або вірусів [1].

Згідно з дослідженням групи китайських вчених можна сказати, що мікробіом рослини здатний впливати на захист рослини від хвороб наступним шляхом [2]:

- Впливом на її гормональну систему або імунітет, викликаючи відповідну реакцію та стимулюючи захист;
- Зниженням патогенності мікроорганізму, який стає загрозою для рослини та може призвести до розвитку захворювання;
- Рослини, інфіковані патогеном, можуть взаємодіяти з власним мікробіомом, який є основою для формування стресостійкості рослини, покращення її здоров'я та стимулює її ріст.
- Рослина може відрізнати корисні бактерії – мікробіом, від патогенів, реагуючи на певні сигнали з боку мікробіому.

Використання мікробіому для захисту рослин від хвороб є більш ефективним, порівняно з іншими засобами боротьби [3]. Зокрема, рослинний мікробіом на відмінну від

саме з хімічними пестицидів є більш безпечним з точки зору впливу на довкілля, оскільки не спричиняє забруднення навколишнього середовища і порівняно з методами селекції та генетичними маніпуляціями не стає основою для зміни генетичного коду рослини, оскільки у такому випадку швидко еволюціонують вірулентність та резистентність патогенів, тому мікробіом може значно швидше реагувати на зміни, також еволюціонуючи.

Таким чином, рослинний мікробіом може стати революційним інноваційним способом захисту рослин від патогенів, забезпечуючи ефективний і безпечний захист рослини від хвороб порівняно з іншими засобами. Тому необхідно застосовувати спеціальні інструменти та методи, які зможуть забезпечити формування необхідного мікробіому. В подальшому такий спосіб захисту позитивно впливатиме на розвиток рослинництва та агробіотехнології.

Список використаних джерел

1. Як бактерії можуть допомогти рослині захиститися від посухи. URL: <https://www.agronom.com.ua/roslyna-nabyraye-bakterij-shhob-zahystytysya-vid-posuhy/>
2. Xiong Q., Yang J., Ni S. Microbiome-Mediated Protection against Pathogens in Woody Plants. *Int J Mol Sci.* Volume №24(22). 2023
3. Ali S., Tyagi A., Bae H. Plant Microbiome: An Ocean of Possibilities for Improving Disease Resistance in Plants. *Microorganisms.* Volume №11(2). 2023

УДК 662.767.2

Литвиненко С. А., Таран О. П.

РОЗРОБКА ПІДХОДІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ФІТОТОКСИЧНОСТІ ОРГАНІЧНИХ СУБСТРАТІВ З ХАРЧОВИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: sonialytnyenko@gmail.com

Оцінка фітотоксичності органічних субстратів з харчових побутових відходів є актуальною проблемою, оскільки вона відображає вплив відходів на навколишнє середовище та можливість їхнього використання у сільському господарстві. Одним з найбільш перспективних підходів до вирішення цієї проблеми є перетворення органічних відходів на цінний ресурс за допомогою таких процесів, як компостування. Однак фітотоксичність отриманих органічних субстратів є важливим питанням і потребує ретельної оцінки, перш ніж їх можна буде використовувати при вирощуванні різних культур, зокрема і в приватних господарствах, та в широкому масштабі – у фермерських господарствах. Для цього необхідні комплексні дослідження і розробка комплексного підходу для ефективної оцінки та фітотоксичності, які повинні націлюватися на зменшення фітотоксичності, що сприятиме стійкій та безпечній інтеграції органічних відходів у виробництво якісних продуктів рослинництва (J. A. Libra, 2011).

Анаеробне компостування є перспективним підходом до вирішення цієї проблеми, оскільки воно може перетворити органічні відходи на цінний ресурс, зменшуючи при цьому викиди парникових газів (Murphy J. D., 2006). Використання ефективних мікроорганізмів у процесі компостування може оптимізувати розкладання органічної речовини, сприяти росту корисних мікроорганізмів та пригнічувати ріст шкідливих патогенів.

Метою дослідження було виявлення фітотоксичної дії компосту з твердих побутових відходів, а також удосконалення та оцінка підходів до визначення фітотоксичності органічних субстратів. Крім того, одним з підходів вирішення проблеми безпечності компостних субстратів є перевірка на наявність патогенних мікроорганізмів, які можуть викликати різні захворювання в організмі людини та впливати на ріст і розвиток рослин.

Дослідження проводили на кафедрі екобіотехнології та біорізноманіття Національного університету біоресурсів і природокористування України. Процес

компостування здійснювався з використанням препарату з ефективними мікроорганізмами "Байкал. Біопрепарат для капусти" і здійснювався в анаеробних умовах. Процес компостування контролювали за температурою та рН. Органічний субстрат, отриманий в процесі компостування, був використаний для досліджень на проростання насіння з *Lepidium sativum*, *Sorghum ma* *Sinapis alba* в якості тестових рослин (М. Sláviková, 2022). Субстрати компостували з квітня 2023 по квітень 2024 року.

В результаті анаеробного процесу компостування з використанням ефективних мікроорганізмів утворився органічний субстрат з високою фітотоксичністю, яка зростала паралельно з часом компостування. Протягом першого місяця субстрат не впливав на ріст досліджуваних рослин, але в наступних експериментах фітотоксичність значно зросла, а проростання тест-культур пригнічувалося.

Процес компостування був стабільним при температурі 35-40 °С в термостаті, потім зберігався при кімнатній температурі 22-25 °С для подальшої підтримки відповідних біохімічних процесів. Дослідження показало, що під час тривалого зберігання компосту (понад 6 місяців) його рН наблизився до 3,75-3,82, що є дуже низьким показником і може бути причиною фітотоксичного впливу компосту на проростання насіння овочевих культур. На цьому етапі компост був протестований за допомогою культури *Lepidium sativum* при різних співвідношеннях компост/субстрат для росту рослин: 1:2, 1:10 та контроль. У результаті спостерігали пригнічення на 20% порівняно з контролем проростання салату у варіанті із співвідношенням компост/субстрат 1:10. Спостерігали повну відсутність росту та появу цвілевих грибів у варіанті з високим вмістом компосту (співвідношення 1:2). В контролі з торф'яного субстрату без домішок встановлено нормальне проростання і сходи рослин. Ці дані підтверджують фітотоксичність компосту, яку можуть демонструвати компости з органічних відходів за різних умов одержання (М. Sláviková, 2022). Таким чином, необхідний контроль цього показника при компостуванні і диференційований підхід у використанні компостів із харчових відходів.

Для перевірки наявності патогенних мікроорганізмів були використані методи фарбування за Грамом і висячої краплі. Результати показали, що в субстраті не було виявлено живих патогенних мікроорганізмів. Оскільки компост, виготовлений з побутових відходів, може бути контамінований різноманітною мікрофлорою, включаючи патогенні мікроорганізми, подальші дослідження можуть включати ПЛР-аналіз для виявлення в субстраті патогенних штамів *E.coli*, які можуть викликати потенційно небезпечні захворювання у людини (W. Cui, 2023; J. Zhan, 2022). Це дозволить розробити підходи до технології створення безпечних субстратів з побутових відходів.

Таким чином, наші дослідження встановили, що компост з побутових харчових відходів, виготовлений з використанням "Байкал. Біопрепарат для капусти" має досить високий рівень фітотоксичності. Крім того, компост після тривалого зберігання не містить значної кількості ефективних мікроорганізмів, як заявлено виробником, і тому його використання для покращення мікрофлори ґрунту при вирощуванні рослин потребує додаткової підготовки. Необхідно вдосконалити процес анаеробного компостування за допомогою ефективних мікроорганізмів і впровадити методи визначення фітотоксичності органічних субстратів перед їх використанням у рослинництві. Це допоможе підвищити безпеку сільськогосподарської продукції та зменшити негативний вплив відходів на довкілля.

УДК 631.618; 620.952

Магдійчук А.П.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГОКУЛЬТУР В МЕЖАХ КАР'ЄРНО-ВІДВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

Інститут агроєкології і природокористування НААН
Вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна
 e-mail: mahdiichuk@gmail.com

Освоєння корисних копалин є важливою екологічною проблемою для розвинених країн та для країн, що розвиваються. На рівні з економічними перевагами від видобування копалин, в межах пост-майнінгових територій виділяють низку негативних екологічних наслідків локального і глобального рівнів. Серед них найважливішими є виснаження природних ресурсів, руйнування структури ландшафтів, забруднення атмосферного повітря, порушення режиму ґрунтових вод, втрата властивостей субстратів, які спричиняють зменшення біорізноманіття через непридатність для подальшого спонтанного відновлення екосистем тощо.

Природне відновлення біогеоценотичного покриву і рельєфу порушених гірничо-промисловою діяльністю земель проходять повільно, а проведені заходи ренатуралізації можуть бути неефективними, тому пошук шляхів оптимізації процесів відновлення таких ділянок є актуальним питанням.

Ренатуралізація девастрованих ділянок включає комплекс заходів, які включають підготовчі, інженерно-технічні та біологічні етапи, спрямовані на відновлення і повернення території у стан, за якого можливе стійке функціонування антропогенних і природних геосистем. Важливим етапом для подальшого відновлення рослинного покриву є фітомеліорація – створення насаджень різного цільового призначення, що є найбільш оптимальним і ощадливим заходом з відновлення кар'єрів. Обсяг робіт на цьому етапі рекультивациі регулюється залежно від стану і подальшого використання порушеної території.

Перспективними видами рослин, які можуть використовуватись для фітомеліорації деградованих земель є енергокультури. В Україні досліджується більше 20 видів швидкоростучих енергетичних культур, які доцільно вирощувати для отримання рослинної біомаси, такі як цукровий очерет, амарант, гірчак гострокінцевий, мальва пенсильванська, гібридний тютюн, енергетична тополя, щавель (Пришляк, 2021), сорго (Носов, Харитонов, 2019), біб кормовий, світчграс, сильфій, топінамбур (Іваницька, Кулик, Шкляр, 2023), енергетична верба (Борщук, Вольвач, 2022), міскантус (Пришляк, 2021; Цапко, Водяк, 2022; Nurzhanova та ін., 2019; Pidlisnyuk V. та ін., 2020) тощо [1-7].

Результатами застосування таких біологічних агентів у фітомеліорації кар'єрно – відвальних комплексів є:

- акумуляція та виведення забруднювачів (важкі метали та радіонукліди);
- оструктурення ґрунту за рахунок розвитку кореневої системи рослин;
- покращення показників порушених ґрунтів, зокрема підвищення вмісту гумусу (особливо актуальним це є для малопродуктивних піщаних субстратів);
- захист від ерозії;
- отримання рослинної маси, яка в подальшому використовується в ресурсозберігаючих технологіях для виробництва біопалива (наприклад, з 1 га можна зібрати до 50 т бульб топінамбуру та до 25 т міскантусу (Іваницька, Кулик, Шкляр, 2023) [3]).

При виборі енергокультур необхідно враховувати такі чинники, як природні умови регіону та типова флора, стан територій після видобування корисних копалин, швидкість росту та поширення видів, імовірність алелопатії тощо.

Для кар'єрів важко підібрати шлях для подальшого рентабельного використання через ряд причин: висока вартість заходів із відновлення; складність виконання інженерного і гірничотехнічного етапів рекультивациі; недоцільність заліснення чи використання кар'єрів для вирощування сільськогосподарських культур тощо. Тому вирощування енергокультур є новим перспективним напрямком відновлення кар'єрно-відвальних комплексів:

використання потенціалу енергокультур сприятиме покращенню загального стану територій та показників порушених субстратів, акумуляції і виведення забруднювачів та забезпечуватиме розвиток енергоощадних технологій за рахунок заготівлі біомаси для подальшого використання у якості біопалива.

Список використаних джерел

- 1 Пришляк Н.В. Потенційні можливості вирощування біоенергетичної сировини на виробництві твердого біопалива. *Агросвіт*, №1-2, 2021. С. 33-45. DOI: 10.32702/2306&6792.2021.1-2.33
- 2 Носов М.Г., Харитонов М.М. Придатність рекультивованих земель для вирощування гібридів сорго амереканської селекції. «МОЛОДЬ: НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ»: матеріали VII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених. Секція 10 – Екологічні проблеми регіону (27 листопада – 3 грудня 2019 р.). Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С. 156.
- 3 Іваницька А., Кулик Т., Шкляр В. Біологічна рекультивация у відновленні ґрунтів після бойових дій. *Інноваційні екологобезпечні технології рослинництва в умовах воєнного стану*: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ 31 серпня 2023 року). Київ: ІАП НААН, 2023. с. 81-84
- 4 Борщук, Д.І., Вольвач, О.В. Вирощування біоенергетичних культур в Україні як передумова покращення стану ґрунтів (на прикладі досвіду компанії по вирощуванню енергетичної верби SALIX ENERGY): матеріали студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету (11-18 травня 2022 р.) Одеса: ОДЕУ, 2022. С. 349-350.
- 5 Цапко Ю.Л., Водяк Я.М. Відновлення екосистемних послуг ґрунтів, зруйнованих внаслідок військових дій, шляхом вирощування міскантусу гігантського. *Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення*: збірник наукових статей XVIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 15-16 вересня 2022 р.). Харків: УКРНДІЕП, 2022. С. 300-308
- 6 Nurzhanova A. et al. Comparative assessment of using *Miscanthus × giganteus* for remediation of soils contaminated by heavy metals: a case of military and mining sites. *Environmental Science and Pollution Research*. 2019. Vol. 26 (13). P. 13320-13333. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04707-z>
- 7 Pidlisnyuk V. et al. Potential role of plant growth-promoting bacteria in *Miscanthus x giganteus* phytotechnology applied to the trace elements contaminated soils. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2020. Vol. 155. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2020.105103>

УДК 57.085.2:582.929.4

Майданович Н.Р., Лобова О.В.

ВВЕДЕННЯ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO* ШАВЛІЇ ЛІКАРСЬКОЇ
Національний університет біоресурсів та природокористування
України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: nadiamaydanovich@gmail.com

Salvia officinalis (шавлія лікарська) - багатостовбурний напівчагарник, що досягає 60-80 см заввишки, є типовою лікарською рослиною в регіонах Середземномор'я та Близького Сходу, що останнім часом натуралізувалась майже в усьому світі. Родова назва походить від лат. *salvere*, що перекладається «врятувати», посиляючись на цілющі властивості рослини, визнані та ціновані ще з давніх часів. Основними біологічно активними речовинами є фенольні сполуки (флавоноїди, дубильні речовини та гідроксикорична кислота) і терпеноїди. Лікарські препарати на основі шавлії мускатної характеризуються високою антибактеріальною та антиоксидантною активністю.

Саме тому, дана рослина є цікавим об'єктом для розмноження в лабораторних умовах методом мікроклонального розмноження.

Нині мікроклональне розмноження за допомогою культури *in vitro* є найкращим методом для ефективного розмноження рослин. Згідно з сучасними класифікаціями, існує два типи клонального мікророзмноження: активація розвитку меристематичної тканини, яка вже присутня в рослині, та індукція розвитку бруньки *de novo* шляхом прямого або непрямого морфогенезу.

Переважно розмноження *in vitro* рослин базується на першому типі. Це робиться для того, щоб гарантувати, що генотип отриманих проростків ідентичний вихідній рослині. Генетична стабільність апікальної меристеми забезпечується низкою механізмів. Клітини містять диплоїдні хромосоми, підтримуються в ембріонально активному стані та організовані в окремі зони, що характеризуються високою активністю системи репарації ДНК і негативним відбором змінених клітин.

Основу нашої роботи складало опрацювання технології отримання стерильної культури рослин *in vitro* Шавлії лікарської *Salvia officinalis* L.; підбір оптимального способу стерилізації рослинного матеріалу та живильного середовища; отримання достатньої кількості мікророслин та подальша їх адаптація до умов *in vivo*.

Після стерилізації розчином білизни у співвідношенні 1:3 (20 хвилин) інфікування трансплантатів не спостерігалось, ефективність стерилізації – 80%.

Проростання насіння Шавлії лікарської спостерігалось на 14 добу введення в *in vitro*. Стерильні проростки рослин Шавлії лікарської активізували свій ріст та розвиток на 25 добу культивування. Слід зазначити, що введення і культивування досліджуваної рослини проводилося на поживному середовищі МС. Тобто для розвитку і росту рослинам Шавлії лікарської живильне середовище містить оптимальний склад макро та мікро елементів. На 35 добу культивування ми отримали добре зростаючі рослини Шавлії лікарської *in vitro*.

Отож наступні дослідження зумовлюють необхідність розробки інтегрованої системи насінництва ефіроолійних рослин та вивчення особливостей росту і розвитку та формування продуктивності рослин родини *Lamiaceae* з метою отримання стандартного посадкового матеріалу і розробки технічних засобів для їх вирощування.

Список використаних джерел

1. Каралія Е., Дахія С., Тарковський П. та Зелькович С.Ц. (2022). Вплив екологічних стресів, пов'язаних із кліматом, на економічно важливі ефірні олії середземноморської шавлії *sp.* *Front Plant Sci.*, 4 травня 13, 864807. doi:10.3389/fpls.2022.864807.
2. Ясіцька-Місяк, І., Полівода, А., Петецька, М., Буслович, О., Шляпніков, В., та Вєчорек, П. (2018). Антиоксидантні фенольні сполуки в *Salvia officinalis* L. і *Salvia sclarea* L. Екологічна хімія та інженерія, 25, 133-142. doi:10.1515/eces-2018-0009.

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ФРУКТОЗОВМІСНИХ ЦУКРІВ В РОСЛИНАХ АСТРАГАЛУ
ШЕРСТИСТОКВІТКОВОГО

*Національний університет біоресурсів та природокористування
України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail:*

УДК 606:57.085:582.572.8:631.53

Матвієнко А. О., Лобова О.В.

ОСОБЛИВОСТІ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ ТЮЛЬПАНУ В УМОВАХ IN VITRO

Національний університет біоресурсів і природокористування України вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна e-mail: alinamatvienko2003@gmail.com

Тюльпани – це багаторічні трав'янисті цибулинні рослини родини Liliaceae. В роботі було використано сорт *Amazing Grace*, який має півоноподібні великі квіти з рожевим відтінком. Є представником махрових тюльпанів. Ці рослини поширені переважно в Північній частині півкулі, де переважає сухий теплий клімат. [1].

Традиційне розмноження тюльпанів з молодих цибулин триває 4-5 років, має низьку продуктивність, а виведення нового сорту селекціонерами займає багато часу. Окрім цього, ці рослини дуже схильні до зараження різними патогенами такими як сіра гниль, фузаріоз і тд. Тому доречно було використати мікроклональне розмноження, адже це пришвидшує процес отримання майже вільних від патогенів рослин, незалежно від сезону та займає менше місця, ніж посадка традиційним методом. Це є економічно вигідно для комерційного виробництва. Завдяки цьому методу можна вирощувати рідкісні цінні сорти тюльпанів в контрольованих умовах. [2].

Експлант – це тканина або частина рослини, яка вводиться на культуральне середовище для регенерації. Головною умовою отримання асептичної культури є стерилізація, адже покриви вихідного матеріалу забруднені спорами бактерій, грибів. Стерильні умови потрібні для проведення будь-яких точкових досліджень. Адже вони забезпечують генетичну чистоту культурних рослин. В якості експланта в роботі були використані цибулини розміром 4-6 см. [3].

Стерилізація вихідної культури для отримання асептичного матеріалу відбувалася двома способами:

- стерилізація розчином хлориду ртуті(II). Час – 2 хв. Після чого було занурено в стерильну дистильовану воду 3 рази по 10 хв;
- стерилізація розчином білизни з концентрацією 1:3. Час – 15 хв. Після чого було занурено 3 рази по 10 хв в стерильну дистильовану воду.

Успіх культури в *in vitro* залежить не тільки від стерилізації вихідного експланту, а й від поживного середовища, яке піддавалося автоклавуванню на 15 хв при 1 атм. Було використано для введення в культуру Мурасіге-Скуга повного складу. Через 35-40 діб ми отримали сформовані проростки висотою 1-3 см.

Для самого культивування листків тюльпана в роботі використали середовище MS+0,5мг/л кінетину+2,4Д 2мг/л. Експланти були простерилізовані в розчині білизни концентрації 1:3, час-15 хв з подальшим промиванням стерильною дистильованою водою 3 рази по 10 хв.

Список використаних джерел

1. Тюльпани. *Квіточки*. URL: <https://vgelman.wordpress.com/помашки/> (26.05.2011).
2. Khalid Rehman Hakeem. The Global Floriculture Industry / Khalid Rehman Hakeem. – India, 2020. – 168 с. (Khalid Rehman Hakeem, 2020).
3. Surface Sterilization Techniques to Prepare Plant Tissues For Culture. *Plant Cell Technology Your partner in plant tissue culture*. URL: <https://www.plantcelltechnology.com/blogsurface-sterilization-techniques-to-prepare-plant-tissues-for-culture/> (Anjali Singh, 17.01.2023).

УДК 581.4:57.085.2:635.9

Моргун Є.Є., Кляченко О.Л.

МОРФОГЕНЕЗ *STEVIA REBAUDIANA BERTONI* ТА ТЕХНОЛОГІЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ РОСЛИН *IN VITRO*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Вул. Героїв Оборони 15, м. Київ, 03041 Україна

e-mail: zhenya.morgun9501@gmail.com

Стевія медоносна (*Stevia rebaudiana bertonii*) – багаторічна трав'яниста рослина у вигляді куща з високими опушеними стеблами (від 60 до 120 см), листя якої містить унікальні речовини – ребаудіозид і стевіозиди – дитерпенові глікозиди, що складаються з глюкози, гомодисахариду софорози і стевіолу. Завдяки цим речовинам листки у 300 разів солодші за цукор (Abdelkarim Khiraoui 2017).

Стевія є перспективною рослиною для введення в культуру в Україні і є однією з наймолодших сільськогосподарських культур у сучасному рослинництві. Проте ареал її вирощування обмежений територіально, хоча вона має високий адаптивний потенціал і здатна формувати високу врожайність листової маси. Враховуючи складнощі отримання життєздатного насіння та втрату його схожості під час тривалого зберігання, а також високовартісний процес збору врожаю, розмноження та збереження посадкового матеріалу стевії *in vitro* є актуальним та високоефективним.

Біотехнологічні методи зберігання рослин *in vitro* є важливим завданням, оскільки на основі таких методик можна створювати банки культур або у промисловому секторі зберігати тивалий час до наступного замовлення на посадковий матеріал рослин.

Метою нашої роботи є розробка методів отримання прямого та непрямого морфогенезу і зберігання *Stevia rebaudiana bertonii* у культурі *in vitro*.

Вихідним матеріалом слугували асептичні рослини стевії попередньо отримані в культурі *in vitro*. В роботі застосовували загальноприйняті в біотехнології методи досліджень, а саме для культивування *in vitro* рослини стевії вирощували за регульованої температури повітря +24±1° С, 16-годинного фотоперіоду та освітленні 3 клк (Кляченко О.Л 2023). Рослини стевії культивували на живильному середовищі Мурасіге-Скуга (МС) (Murashige T., Skoog F 1962), доповненому різними регуляторами росту та сахарозою у концентрації 25 г/л. рН живильного середовища мала слабокислу реакцію і становила 5,6-5,8.

Дослідження проводились на рослинах-регенерантах та через калюсну культуру. Найбільш очевидним і простий спосіб впливу на швидкість росту рослинного матеріалу *in vitro* є зниження температури росту культур з оптимального. Поєднавши цей метод з оптимальним складом живильного середовища можна досягнути тривалого часу зберігання. Оптимальна температура для росту визначалась в проміжку 21-25 °С інтенсивність освітлення 1000лк при фотоперіоді 16 годин для рослин, та 23-25 °С інтенсивності освітленості 2000лк при 14 год фотоперіоді.

Нами використовувались наступні живильні середовища для рослин: 1/2МС + 5 мг/л Віт С + гідролізат казеїну 100мг/л та ¼ МС. Для індукції калюсогенезу застосовували середовища: варіант 1- МС + 1мг/л 2,4-Д + 0,1мг/л БАП; варіант 2 - МС + 2 мг/л ІОК + 0,5 мг/л кінетину.

В результаті проведених досліджень встановлено, що оптимальна температура затримки росту без втрати потенціалу до відтворення складає +8-10 °С. Фотоперіод та рівень освітленості не змінювався. Середовище 1/4МС виявилось неефективним. Культивування на ньому призводило до великої кількості некрозів на рослинах. Середовище 1/2МС + 5 мг/л Віт С + гідролізат казеїну 100мг/л виявилось більш ефективним. В поєднанні з температурними змінами вдалось затримати ріст культури в часовому проміжку. Оцінювали рослини за морфометричними характеристиками. Експлантати вирощені за таких умов на 2 місяць субкультивування мали зовнішній вигляд три тижневої культури за оптимальних умов (21-25 °С, інтенсивність освітлення 1000лк при фотоперіоді 16 годин, середовище МС). А саме: максимальний ріст становив 5 см у висоту, середній ріст - 3,5 см, наявність 3-5 міжвузлів, листя середні за розміром, довжина коренів складала 2-4 см. Відтворюваність рослин не втрачалась, при пересадці на середовище МС та поміщені в оптимальні температурні умови потенціал рослин зберігався на рівні до проведення маніпуляцій.

Найкраща калюсна культура була отримана на середовищі: МС + 1мг/л 2,4-Д + 0,1мг/л БАП. Вона характеризувалась гарним наростанням зелених дедифернційованих клітин. Для зберігання калюсу використовувалась температура на рівні 12-15 °С, при незмінному фотоперіоді і освітленості. Було помітно затримку росту, але з'являлась часткова некротизація клітин. Тому даний метод не зовсім підходить для зберігання калюсної культури. Також зберігання у калюсній культурі не рекомендується через наявну вірогідність генетичних змін.

Список використаних джерел

1. Abdelkarim Khiraoui1, Aziz Hasib1 Chaouki Al Faiz, Fatimazahra Amchra, Mohamed Bakha, Abdelali Boulli.. *Stevia Rebaudiana* Bertoni (Honey Leaf): A Magnificent Natural Bio-sweetener, Biochemical Composition, Nutritional and Therapeutic Values. *Journal of Natural Sciences Research*, 2017.7(2)14. 75-85.
2. Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Субін О.В. Біотехнологія рослин. Навчальний посібник. К.: НУБІП України, 2023. – 350 с.
3. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.* 1962. 15. 473 – 497.

УДК60.606:628

Наумовська О., Молдаван Л., Лелюшок С.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВЕРМИКОПОСТУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ УРБОЦЕНОЗІВ

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

Вул. Героїв Оборони 13, м. Київ, 13041, Україна

e-mail: naumovska@nubip.edu.ua

Питання пошуку найбільш оптимальних технологій переробки відходів, в тому числі і органічних є досить актуальним на теперішній час. Технології переробки органічних відходів за допомогою вермикомпостування широко використовується в населених пунктах країн європейського континенту. Однак, в населених пунктах і великих містах України ці

технології не вирішують даної проблематики в повному обсязі. Звичайно, існують ініціативи щодо переробки та компостування органічних відходів, однак, в цьому питанні варто виділити так міста як Львів і Київ, які більш масштабно приділяють цій проблематиці увагу.

Варто зазначити, що за морфологічним складом усіх побутових відходів, органічні займають близько 50%. Це означає, що при вірній організації збору і сортування відходів можна досягти зменшення обсягу тих відходів, які надходять на полігони, а при застосуванні вермикомпостування, в результаті, отримувати органічні добрива, які слугують поповненням поживних речовин техногенно перетворених ґрунтів зелених зон міст.

Аналіз наукових публікацій засвідчує, що застосування технологій змішаного типу компостування органічних відходів дає найбільший ефект при застосуванні різних видів каліфорнійських черв'яків *Eisenia andrei* та *Eisenia foetida*. Такі особливості елементів вермикомпостування впливають на швидкість отримання кінцевого продукту – біогумусу. Найбільш ефективним способом є змішування ґрунту, листового опаду і інших органічних відходів. Найбільш оптимальним, за нашими дослідженнями є співвідношення ґрунт:харчові відходи:опале листя – 9:2:1. При цьому вологість субстрату має становити 70-80 %, а оптимальної температурою є 19-20 °С. Співвідношення C:N субстрату буде становити 21:1.

Застосування *Eisenia andrei* дає можливість отримати органічні добрива, яке має вищий вміст гумусу і менш тривалий час процесу, порівняно з застосуванням *Eisenia foetida*. Різниця між двома видами, щодо кількості гумінових та фульвокислот, а саме те, що у *Eisenia foetida* вихід органічних кислот після перебігу процесу є більшим, що пов'язано з особливістю будови кишкового тракту досліджуваного виду.

Вміст органічних речовин після завершення процесу вермикомпостування зростає, що свідчить про ефективність процесів гуміфікації органічних решток. Порівняльний аналіз даних отриманих після 360 днів вермикомпостування видами *Eisenia foetida* та *Eisenia andrei*, свідчить про те, що вміст гумусу у субстраті, отриманому при застосуванні *Eisenia andrei* вищий, що становило 30, 24 і 34,71 % у порівнянні з 28,05 та 23,02% у субстраті при застосуванні *Eisenia foetida*. Дослідження процесу вермикомпостування тривалістю 360 днів свідчить про те, що вміст гумінових та фульвокислот у субстраті, отриманому після виду *Eisenia foetida* вищий, що може свідчити про особливість будови та кількості ферментів у кишковому тракті згаданого досліджуваного виду, на відміну від *Eisenia andrei*. Важливим показником, який впливає на ефективність і життєдіяльність черв'яків є значення кислотності. рН зразків, які досліджувалися при вермикомпостуванні видами *Eisenia andrei* та *Eisenia foetida* мають тенденцію до зниження значення рН, що свідчить про вивільнення органічних кислот (ГК та ФК) у процесі розкладання субстрату. Надмірна кількість гумінових та фульвокислот кислот може призвести до зворотнього ефекту стабілізації рН. Витяжка після процесу вермикомпостування видом *Eisenia andrei* показала менше значення кислотності субстрату. Встановлено, що відсоток зольності після проведення вермикомпостування зростає. Зольність субстратів в дослідних зразках значно збільшується протягом процесу, що свідчить про мінералізацію органічних решток, протягом 360 днів процесу вермикомпостування. Доведено, що застосування виду *Eisenia andrei* збільшує рпоказник зольності порівняно з *Eisenia foetida*.

Однак, є і екологічний аспект в технологіях компостування, який стосується контролю рівня забруднення поллютантами тих компонентів, які закладаються в сустрат. Екологічний контроль вмісту забруднюючих речовин має бути обов'язковим, адже зелені насадження міст здатні акумулювати значну кількість полютантів, а їхня утилізація шляхом спалювання наносить значну шкоду довкіллю і заборонено законодавством. Варто зазначити, якщо не застосовувати утилізацію опалого листя зелених насаджень, то в підсумку це призводить до засмічення територій населених пунктів.

Не можна компостувати такі відходи: фекалії домашніх тварин - в них можуть міститися інфекції і найнебезпечніших збудник – токсоплазмоз, а також використаних наповнювач для туалету домашніх тварин з тирси, силікату чи бентоніту; хлібні залишки, особливо підгнилі і запліснявілі, жирні, масляні, молочні, рибні та м'ясні продукти (вони

призводять до гниття і часто стають причиною жакливих запахів). Єдиний виняток ясна шкарлупа; міцна шкаралупа грецьких горіхів і великі кісточки фруктів (персик, абрикос, слива), бо вони дуже повільно розкладаються у компості; ясна шкаралупа — її додавати у компост можна; чай в пакетиках (можна тільки в тому випадку, якщо чайна заварка без пакетика); шкірка цитрусових у великій кількості (вона довго перегниває і пригнічує життєдіяльність дощових черв'яків); синтетичні тканини, скло, пластмаса (вони не перегнивають); фільтри від пилозбірників і повітряочисників (побутовий пил містить шкідливі сполуки); шматки гіпсокартону (будівельний матеріал буває буквально просочений токсинами); глянцева або крейдований папір (містити важкі метали); нехарчові відходи, наприклад, ватні диски, гігієнічні палички, волосся, нігті. Такі відходи не розпадаються одночасно з органікою, тому отриманий компост виглядатиме неохайно; неорганічні матеріали, такі, як поліестер, пластик, акрил тощо; великі шматки дерева.

УДК 630.16.022

Неліна Н.О., Нестерова Н.Г.

АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ФОРМ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН РОДУ *ROBINIA* В ОЗЕЛЕНЕННІ М. КИЇВ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: koriza@ukr.net

Сучасні міста-мегаполіси є природно-антропогенними кластерами з інтенсивно використовуваними територіями. Розвиток індустріалізації сформував появу таких містобудівних завдань як можливості ефективного науково-обґрунтованого екологічного облаштування мегаполісів і, насамперед, з використанням перспективних зелених насаджень, що потребує наявності достатньої кількості інформації щодо еколого-фізіологічного стану деревних видів рослин (Крижанівська Н.Я., 2017; Прокопук Ю.С., 2019; Григорюк І.П. та ін., 2020). Вирішення таких завдань дозволить достовірно оцінити функціональний внесок кожного виду у зміни якості навколишнього середовища у напрямку її покращення та підкреслення естетичної виразності території (Чорномаз Н.М., 2019; Suslova O., Polyakov O., 2023).

Одним із найпоширеніших родів в озелененні великих міст є *Robinia* L. у дендрофлорі столиці України – Києві цей вид є широкопоширеним у більшості вуличних насаджень та паркових утвореннях. Тому метою даної роботи є вивчення та аналіз характеристик стану основних видів деревних рослин роду *Robinia* в умовах міського середовища Києва. Об'єктом наших досліджень слугували рослини магістральних посадок: робінія звичайна або псевдоакація (*Robinia pseudoacacia*) та робінія клейка (*Robinia viscosa* Vent.). В умовах міста Києва було здійснено оцінку життєвого стану модельних дерев *R. pseudoacacia* та *R. viscosa* за шкалою категорій життєздатності дерев В.О. Алексєєва у модифікації П'ятницького; охарактеризовано санітарний та екологічний стан деревних видів рослин на пробних площах та в умовах паркових насаджень; а також визначено показники інтенсивності фотосинтезу листків дослідних рослин протягом вегетаційного сезону залежно від освітленості та ступеня забруднення атмосферного повітря у різних районах м. Київ. Пробні площі для досліджень сформовано за категоріями впливу стресових чинників: ПП 1 – Печерський район, вул. Грушевського, протяжність – 1 км; ПП 2 – Голосіївський район, вул. Васильківська, протяжність – 3,3 км та ПП 3 – Дніпровський район, Дарницька площа, протяжність – 2,2 км.

Так, оцінка санітарного стану міських насаджень рослин роду *Robinia* на ПП1, 2 та 3, що відрізнялися за рівнем антропогенного навантаження, показала, що дерева мають суттєві механічні пошкодження стовбурів (зняття кори), ураження листогризухими комахами і більшість рослин зазнавала кронування. За оцінкою категорій життєздатності деревних рослин виявлено, що рослини *R. pseudoacacia* на всіх пробних площах можна оцінити як здорове дерево (бал 4), яке має ознаки ослаблення. *R. viscosa* теж оцінена нами як здорове

дерево (бал 4), проте у межах ППЗ бал життєздатності становив 3, оскільки даний вид відрізнявся слабкою стійкістю до водного дефіциту.

Швидкість фотосинтезу листків *R. pseudoacacia* на ПП1, що відзначалася досить низьким рівнем атмосферного забруднення, удвічі перевищує середні показники швидкостей фотосинтезу на двох інших ПП2 та 3. Біомоніторинг життєвого стану деревних рослин за швидкістю фотосинтезу дозволяє виділити території, на яких вплив повітряного забруднення сильно і слабо позначається на рослинах. Так, найсуттєвіший вплив стресових чинників спостерігається на території ППЗ (Дніпровський район), а найменший – ПП1 (Печерський район).

УДК 60.604

Нікішина К., Кваско О.Ю.

ОТРИМАННЯ КУЛЬТУРИ «БОРОДАТИХ» КОРЕНІВ ЖИМОЛОСТІ

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна*

Отримання трансгенних («бородатих») коренів – це сучасний напрямок біотехнології, що дозволяє отримувати нові перспективні джерела сировини для різноманітних потреб промисловості. «Бородаті» корені здатні синтезувати біологічно активні речовини, причому у багатьох випадках у кількості, що перевищує такі у вихідних формах. Такі корені можна отримати за допомогою методу *Agrobacterium rhizogenes*-опосередкованої трансформації. Використання біотехнологічних методів для покращення виробництва біологічно активних речовин є надзвичайно актуальним в сучасній науці та промисловості. Традиційні методи вирощування та збору рослинних матеріалів часто пов'язані з екологічними проблемами, такими як знищення природних популяцій рослин та деградація біорізноманіття. Біотехнологічні методи, зокрема трансформація за допомогою *A. rhizogenes*, дають змогу отримувати високі врожаї цінних метаболітів без шкоди для довкілля. Використання таких трансгенних коренів у промисловості є економічно вигідним, оскільки їх можна вирощувати у біореакторах у великих обсягах, вони швидко ростуть і не потребують додаткового освітлення, обігріву чи застосування ростових індукторів і гормонів.

Об'єктами для генетичної трансформації, зазвичай, слугують організми з нативною здатністю до продукції промислово цінних речовин або підвищеною стійкістю до різних стресових абіотичних факторів. Однією з таких рослин є жимолость (*Lonicera* sp.L), яка продукує похідні кавової кислоти, ефірну олію, флавоноїди, іридоїдні глікозиди та терпеноїди.

Враховуючи вищезазначене, метою роботи було отримання культури «бородатих коренів» жимолості методом генетичної трансформації за допомогою *A. rhizogenes*.

Загальний процес інфікування протікає так: *A. rhizogenes* інфікує поранені клітини рослин завдяки виробленню фенольних сполук, які і приваблюють *A. rhizogenes*. Бактерії переміщуються до місця рани шляхом хемотаксису. Подальше інфікування на місці рани з подальшою інтеграцією генетичного матеріалу, отриманого від *Agrobacterium*, в геном рослини призводить до розвитку хвороби волохатих коренів. Хвороба волохатого кореня характеризується плагіотропним ростом кореня, високим ступенем бічного розгалуження, великою кількістю кореневих волосків і підвищеною швидкістю росту, подібною до недиференційованого калюсу, хоча тканина зберігає високодиференційований і функціональний кореневий орган.

Основними перевагами «бородатих коренів» над звичайними є:

1. прискорений ріст та накопичення біомаси
2. невибагливість до поживного середовища
3. здатність рости у темряві
4. здатність до існування без надземної частини

5. посилення продукції та накопичення вторинних метаболітів і сполук, притаманних певному виду

У досліді використовувалися рослини жимолості *Lonicera* sp L. Асептичні рослини отримувалися методом культури апікальних меристем. Для цього фрагменти пагонів жимолості послідовно витримували в 70% етанолі (1 хв.), 40% розчині комерційного препарату «Білизна» (10 хв) та промивали тричі по 5 хв в стерильній дистильованій воді. Простерилізовані пагони розміщували для культивування на живильне середовище Мурасиге та Скуга на світлі при температурі 25° С.

Для генетичної трансформації жимолості використовували нічну культуру *A. rhizogenes* штам А4 з колекції Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України. В якості листкових експлантів використовувалися великі, належно сформовані листки рослин, віком 1-1,5 місяці. На рослинні експланти попередньо робили насічки по всій площі і переносили у розведену агробактеріальну суспензію. Спільне культивування сегментів листків асептичних рослин та розведеної суспензії *A. rhizogenes* проводили протягом пів години при кімнатній температурі а потім експланти переносили в чашки Петрі на поживне середовище МС попередньо звільнених від залишків суспензії з резуспендованою бактеріальною культурою. Кокультивували з агробактерією протягом 24 годин. Після кокультивування експланти переносили на агаризоване середовище МС до якого додавали антибіотик цефотаксим у концентрації 600 мг/л для елімінації агробактерії.

Протягом 2-3 тижнів спостерігали за відновленням потенційно трансгенних пагонів рослин. Проростки тримали у культиваційному приміщенні *in vitro* при температурі 25±1°С та 16-годинному світловому дні, з освітленістю 100 мкмоль квантів/(м² с). Приблизно через 4 тижні у місцях надрізів утворювалися корені зі специфічним фенотипом: дуже розгалужені та з від'ємним геотропізмом. Отримані корені пересаджували на безгормональне середовище МС та вирощували в темряві при температурі 25°С.

В роботі за допомогою штаму А4 *A. rhizogenes* було отримано 4 лінії «бородатих коренів» жимолості, про що свідчив їхній фенотип: дуже розгалужені, з від'ємним геотропізмом та здатністю рости на безгормональному середовищі.

Проведені дослідження показали можливість успішного отримання трансгенних («бородатих») коренів жимолості за допомогою *A. rhizogenes*-опосередкованої трансформації, що підтверджує ефективність цього методу в біотехнологічних дослідженнях. Отримані «бородаті» корені жимолості можуть стати важливим джерелом біологічно активних речовин, що має значне прикладне значення для фармацевтики, харчової промисловості та інших галузей.

УДК 58.085

Павленко Ю.С., Коломієць Ю.В.

МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ *THUJA OCCIDENTALIS* В УМОВАХ *IN VITRO*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: tryniak339@gmail.com

Туя західна (*Thuja occidentalis*) – це популярний вид рослин, що використовується для озеленення. Вона відома в Європі ще з 1545 року, де широко культивується по всій території, включаючи Україну, де з'явилася в кінці 18 століття. Цей вид являє собою вічнозелене дерево або чагарник, яке в природних умовах може досягати 30 м у висоту з вузькоконічною кроною і горизонтально розташованими гілками, а також корою з дрібними тріщинами та волокнистою структурою, від червонувато-коричневого до сіро-коричневого кольору, що відшаровується тонкими смужками. Завдяки великому різноманіттю форм, туя західна знаходить широке застосування в садово-паркових композиціях різних стилів. Дослідження ринку та асортименту доступних в Україні декоративних саджанців показують, що, незважаючи на доволі високу вартість цих рослин, морфологічні форми туї користуються

дуже великими попитом. Це свідчить про актуальність удосконалення методів розмноження декоративних форм цього виду (Lisoviy M.M., 2015).

Для відтворення деяких цінних генотипів туї західної найкраще підходять вегетативні методи розмноження, особливо мікроклонування. Метод відрізняється від інших тим, що дозволяє отримати практичну необмежену кількість оздоровлених клонів із невеликої кількості вихідного рослинного матеріалу, при цьому гарантується відтворення генетично однорідних особин. Клональне мікророзмноження – це один із найефективніших методів вегетативного розмноження рослин. Завдяки йому можна в 3-4 рази прискорити темпи розмноження багаторічних рослин, отримавши необхідну кількість саджанців включаючи рідкісні та нові сорти, які складніше розмножувати традиційними методами (Lisoviy M.M., 2021).

Метою дослідження є введення в культуру *in vitro* рослини виду *Thuja occidentalis* та вивчення особливостей її мікроклонального розмноження.

У процесі мікророзмноження можна виділити такі 4 етапи: відбір рослини-донора та отримання стерильної культури; власне розмноження на живильному середовищі; укорінення та адаптація; вирощування рослин-регенерантів та підготовка їх до реалізації. Основним є метод активації розвитку апікальних меристем, який базується на інгібуванні апікального домінування. Він і був використаний для нашого дослідження, а саме шляхом видалення верхівкової меристеми пагона з його подальшим мікроживцюванням в умовах *in vitro* на безгормональному середовищі (Melnychuk and Klyachenko, 2014).

Спочатку було відібрано експланти у вигляді невеликих сегментів верхівок пагонів довжиною 5 ± 1 мм. Після опрацювання літератури, було обрано наступну методику стерилізації, яка забезпечила вихід 87% життєздатних експлантів: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (96%; 5 с) + H_2O з детергентом (6 год) + H_2O_2 (3%; 10 хв) + $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (70%; 5 с) + AgNO_3 (0,2%; 10 хв) + HgCl_2 (1%; 10 хв). Далі для ініціації росту використовували базове живильне середовище Мурасіге-Скуга (MS). Процес висаджування експлантів проводили в асептичних умовах для уникнення контамінації. Ріст туї відбувався в термальній кімнаті при температурі 21-23 °С, 16-годинному фотоперіоді протягом 1 місяця. В подальшому вирощені пагони укорінювали на свіжих модифікованих живильних середовищах, а також проводили їх адаптацію на різних типах субстрату.

Отже, в ході роботи було досліджено переваги та перспективи використання методу мікроклонального розмноження для туї західної, вивчено особливості цього процесу та введено рослини в асептичну культуру *in vitro*. Слід зазначити, що правильно підібрані схема стерилізації експлантів та живильне середовище відіграють велику роль в отриманні добре зростаючих проростків.

Список використаних джерел:

1. Лісовий М.М. Особливості автовегетативного розмноження декоративних форм *Thuja occidentalis* L. Науковий вісник НЛТУ України. 2015, Т. 25, № 9. С. 57-62
2. Лісовий М.М. Вплив стимуляторів росту на ризогенез клонів *Thuja Occidentalis* L. в умовах *in vitro*. Науковий вісник НЛТУ України. 2021, Т. 31, № 3. С. 9-13
3. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л. Біотехнологія а агросфері: Навчальний посібник. Київ, 2014. 245 с.

Пигичко Р.О., Бойко О.А.

БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ КОМПОНЕНТИ ТА МІНЕРАЛЬНІ СОЛІ: КЛЮЧОВІ ФАКТОРИ У РОСТІ PLEUROTUS OSTREATUS

Національний університет біоресурсів і природокористування України вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: purkin220229@gmail.com

В сучасному світі важливе значення приділяється вивченню можливостей використання біологічно активних компонентів та мінеральних солей у сільському господарстві та біотехнологіях. Одним з напрямків цього дослідження є вивчення впливу таких компонентів на ріст і розвиток грибів, зокрема *Pleurotus ostreatus* Kumm. Крім того, його використання у харчовій промисловості ґрунтується на його високому вмісті білка, вітамінів та мінеральних речовин, а також на приємному смаку та консистенції. У фармацевтичній галузі екстракти грибів *Pleurotus* використовуються для створення лікарських засобів завдяки їхнім протизапальним, антиоксидантним та імунomodуючим властивостям. Крім того, ці гриби широко використовуються у біотехнологічних дослідженнях для очищення забруднених ділянок та виробництва біологічно активних сполук, таких як ферменти та ензими.

Для дослідження впливу біологічно активних компонентів та мінеральних солей на ріст і розвиток грибів *Pleurotus ostreatus* використовуються різноманітні наукові методи, які дозволяють провести комплексний аналіз їхнього впливу.

Один із методів - біохімічний аналіз, який включає в себе визначення хімічного складу грибів. Це дозволяє виявити присутність та концентрацію різних біологічно активних сполук у тканинах грибів, таких як полісахариди, фенольні сполуки, вітаміни, а також мінеральні елементи, такі як азот, фосфор, калій, кальцій та інші. Фізіологічні методи включають вивчення фізіологічних параметрів грибів, таких як швидкість росту, морфологічні зміни, метаболічні процеси тощо.

Молекулярно-біологічні методи включають молекулярно-генетичні аналізи, такі як полімеразна ланцюгова реакція (ПЦР), секвенування ДНК, вивчення експресії генів тощо. Вони дозволяють встановити молекулярні механізми впливу біологічно активних компонентів та мінеральних солей на генетичний апарат та метаболічні процеси грибів.

Мікробіологічні методи включають культивування грибів у різних умовах середовища, а також вивчення взаємодії між грибами та мікроорганізмами. Вони дозволяють досліджувати взаємодію біологічно активних компонентів та мінеральних солей з мікроорганізмами, що може впливати на ріст і функціонування грибів. Застосування цих різноманітних методів дозволяє здійснити глибокий аналіз впливу біологічно активних компонентів та мінеральних солей на ріст і розвиток грибів *P. ostreatus*, що є ключовим для розуміння їхнього фізіологічного та біохімічного механізму дії.

Отже, результати дослідження включають оцінку ефективності цих компонентів на фізіологічні та біохімічні показники грибів, а також виявлення можливостей їх практичного використання у галузі грибництва, харчовій та фармацевтичній промисловості та біотехнологічних процесах. Дані результати мають важливе значення для розуміння механізмів взаємодії між грибами та їх середовищем, а також можуть служити основою для подальших досліджень у цій області та розвитку нових технологій та продуктів.

Список використаної літератури

1. Sánchez, C. (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(5), 1321-1337.
2. Shnyreva, A.V. and Shtaer, O.V. (2006) Differentiation of Closely Related Oyster Fungi *Pleurotus pulmonarius* and *P. ostreatus* by Mating and Molecular Markers. *Russian Journal of Genetics*, 42, 539-545.
3. Royse, D.J. and Schisler, L.C. (1987) Yield and Size of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* as Affected by Delayed-Release Nutrient. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 26, 191-194.

4. Oei, P. (2003). Mushroom Cultivation: An Illustrated Guide to Growing Your Own Mushrooms at Home. MushWorld.

УДК: 632.93:591.531.1(471)(292.485)

Помагайбог С.О., Годованець М.О.

**ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ АГРОЦЕНОЗІВ ЗА ЕКОЛОГІЧНО- Й
ЕКОНОМІЧНО ОБГРУНТОВАНИХ ЗАХОДІВ КОНТРОЛЮ КОМАХ ФІТОФАГІВ У
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна*

За умов стабільного виробництва сільськогосподарської продукції, особливо у регіонах за нестійкого зволоження вагомим значення набувають заходи, що впливають на комплекс факторів життя рослин. Встановлено, що реакція рослин на будь-який з факторів залежить від забезпеченості їх іншими факторами життя рослин, які не можуть бути постійними, а оптимальна кількість потрібних рослині чинників, зокрема, добрив залежить від забезпеченості ґрунту водою. При цьому всі елементи агротехніки за No-till сприяють підвищенню витривалості рослин до комплексу шкідливих організмів, а відтак, зменшують пестицидне навантаження на рослину та довкілля в цілому.

Відомо, що у нових формах введення господарств вагомим значення набуває землеробство органічне — без використання синтетичних пестицидів та добрив. При цьому сільськогосподарський менеджмент агроєкосистем, ґрунтується на максимальному використанні біологічних факторів підвищення родючості ґрунтів, агротехнологічних заходів захисту рослин, а також на виконанні комплексу інших прийомів, які забезпечують екологічно-, соціально- та економічно-доцільне виробництво сільсько-господарської продукції та сировини. В основі таких систем лежить моніторинг фітосанітарного стану посівів і збереження локально-специфічної родючості ґрунтів як ключового елементу успішного виробництва. Такі системи використовують природний потенціал рослин, тварин, ландшафтів та спрямовані на гармонізацію агроценозів і навколишнього середовища. Встановлено, що особливого значення мають обґрунтовані заходи із використанням біологічних. При цьому ентомофаги та акарифаги мають бути життєздатними на усіх етапах формування урожаю польових культур.

Таким чином, за сучасних рівнів інтенсифікації на основі моніторингу поширення і розмноження шкідливих організмів актуальним є ідентифікація видового складу як шкідливих так і корисних видів організмів і оцінка закономірностей динаміки формування фітосанітарного стану угідь.

В контексті екологічної безпеки, при застосуванні інсектицидів в агротехнологіях вирощування, важливим завданням є оцінка потенційної екологічної небезпеки запланованої системи захисту за рядом критеріїв і класифікацій та оцінка екологічних ризиків, які при цьому виникають із збереженням механізмів саморегуляції ентомокомплексів.

УДК:632:633-048.34:502.171(477)(292.485)

Помагайбог С.О., Годованець М.О.

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ ЗА РЕСУРСООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

В сучасних умовах розвитку сільського господарства особливого значення набуває контроль комплексу шкідливих видів організмів із оцінкою впливу комплексу абіотичних, біотичних та інших факторів на розвиток і розмноження фітофагів. Першочерговим є визначення періодів спалаху основних видів шкідників і заселення ними посівів сільськогосподарських культур з оцінкою життєздатності і виживання на видовому і популяційному рівні, зокрема за рівнями введення рослинництва.

У 2022-2024 рр. визначено специфіку розмноження домінуючих шкідливих організмів в залежності, як від регіону, так і від погодно-кліматичних факторів, а також технологій вирощування соняшнику, пшениці озимої, нуту, ячменю озимого та інших культур. Вплив цих показників на фітосанітарний стан розглядався нами, як система управління етапами органогенезу культурних рослин. За результатами спостережень уточнені і узагальнені механізми контролю шкідників за принципами їх біології, екології, поширення і впливу сучасних систем захисту та живлення рослин.

Актуальним виявилась обробка насіннєвого матеріалу комплексом біологічно-спрямованих з метою знищення зовнішньої чи внутрішньої інфекції рослин (спор або міцелію грибів, бактерій тощо), а також фітофагів. Встановлена порівняно висока до 82,7% ефективність протруєння насіння системними інсектицидами, які сприяли токсикації сходів рослин проти шкідників, що пошкоджують проростки насіння та рослини в ранні фази їх розвитку. Однак, як фунгіциди, так і інсектициди доцільно застосовувати сумісно з мікроелементами, регуляторами росту.

Зокрема, із концентрованим хелатним мікродобривом з комплексом біостимуляторів HelMix до складу якого входять у максимально доступній формі та пропорції для рослини Mg хелат*, Fe хелат*, Mn хелат* , Zn хелат* *, Cu хелат*, Co хелат* , B комплекс, Mo хелат* *, N амід, K₂O, SO₄, Сукцинати, Малати, Тартрати, Цитрати, Оксалати, Аспарагинати, Transfoliovektor «TFV», Фактор росту «HV», Індоліл-оцтова к-та, Іноліл-масляна к-та Оксалоацетати, Оксалосукцинати, Ад ювант-ПАР.

УДК 58.085

Пула В.С., Коломієць Ю.В.

ІНІЦІАЦІЯ КЛІТИННОЇ СУСПЕНЗІЇ *NEPENTHES MIRABILIS*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: vikapula624@gmail.com

Рослини роду *Nepenthes*, відомі також як *Nepenthaceae*, традиційно використовуються в народній медицині Індії та країн Південно-Східної Азії з метою лікування різних захворювань. Ці рослини використовуються для терапії прокази, холери, курячої сліпоты, розладів травлення, дизентерії, відчуття дискомфорту у шлунку, а також для зменшення болю у шлунку та нічного нетримання сечі [1].

Фітохімічні сполуки, виділені з різних видів *Nepenthes*, охоплюють флавоноїди, терпеноїди, дубильні речовини, алкалоїди та стероїди, серед інших фітохімікатів [2]. Якщо розглядати неочищені екстракти та чисті біоактивні компоненти, то вони виявляють антибактеріальну, протигрибкову, протималарійну, антиоксидантну, протидіабетичну, антиостеопоротичну, протизапальну, цитотоксичну та гіполіпідемічну дію [3].

Культура рослинних клітин є важливим інструментом для фундаментальних досліджень з біохімії та молекулярної біології рослин, а доступні методи включають регенерацію диференційованих культур (ціла рослина і культури органів; пагони, корені та додаткові корені) або недиференційованих культур (наприклад, калюси, суспензії клітин і протопласти) [4]. Дедиференційовані суспензії рослинних клітин *in vitro* зручніші для великомасштабного виробництва тонкодисперсних хімічних речовин у біореакторах та для вивчення клітинних і молекулярних процесів, оскільки вони пропонують перевагу спрощеної модельної системи для вивчення рослин.

Дослідження проводили в лабораторії біотехнології рослин НУБіП України. У дослідженні використовували отриманий калюс з рослини *Nepenthes mirabilis*. Для ініціації суспензійної культури використовували рідке живильне середовище Мурасіге-Скуга з додаванням 0,5 мг/л 2,4-дихлорфеноксіоцтової кислоти (2,4-Д), 0,25 мг/л 6-бензиламінопурина (6-БАП). Піпеткою внесли 10 мл рідкого живильного середовища у стерильну 50-мл колбу Ерленмейера. Стерильним пінцетом перенесли частину калюсу в колбу та подрібноли за допомогою піпетки. Помістили колбу в культуральну кімнату на орбітальний шейкер (80 об/хв) до досягнення адекватної фрагментації калюсу і щільності клітин.

Перші декілька діб після ініціації, спостерігалася лаг-фаза росту, де клітини адаптувалися до умов культивування. Цей період характеризувався повільним ростом, оскільки клітини реагували на нове середовище. Після лаг-фази настав етап експоненційного росту, коли клітини почали активно ділитися, що призвело до швидкого збільшення їхньої кількості. Нарешті, після досягнення максимальної щільності клітин, спостерігалася стаціонарна фаза росту, коли кількість новоутворених клітин врівноважилася з кількістю вмираючих клітин, що призвело до стабільності ростової кривої.

У даному дослідженні ми розглянули можливість вирощування клітинної суспензії *Nepenthes mirabilis*. Суспензійна культура є важливим інструментом в біологічних дослідженнях, а особливо в області рослинної біотехнології з метою виділення біологічно активних речовин.

Список використаної літератури:

1. Shuaibu Babaji Sanusi, Mohd Fadzelly Abu Bakar, Maryati Mohamed, Siti Fatimah Sabran, Muhammad Murtala Mainasara. Ethnobotanical, phytochemical, and pharmacological properties of *Nepenthes* species: a review.
2. Magdalena Wójciak, Marcin Feldo, Piotr Stolarczyk, Bartosz J. Płachno. Biological Potential of Carnivorous Plants from *Nepenthales*.
3. Mustafa NR, De Winter W, Van Iren F, Verpoorte R (2011) Initiation, growth and cryopreservation of plant cell suspension cultures.
4. Roberto Moscatiello , Barbara Baldan , and Lorella Navazio (2012) Plant Cell Suspension Cultures.

УДК 58.085

Самолук А. А. Коломієць Ю. В.

ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТИВУВАННЯ *DAUCUS CAROTA IN VITRO* ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БІОРЕЗИСТЕНТНОСТІ ТА ВИРОБНИЦТВА КОРИСНИХ БІОПРОДУКТІВ

Національний університет біоресурсів та природокористування України

вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: homabog1@gmail.com

Daucus carota широко використовується у дослідженнях культур тканин, хоча багато аспектів його росту та організації досліджені, використання специфічних рослинних інгредієнтів *in vitro* у клітинах моркви залишається досить обмеженим. Корені моркви відрізняються високим вмістом каротиноїдних пігментів, проте ці сполуки також присутні в

пелюстках, насінні та плодах різних видів рослини. Різноманітність жовтих, помаранчевих і червоних кольорів, які можна спостерігати в різних органах рослин, часто пов'язана з присутністю каротиноїдів. Ці сполуки відіграють важливу роль як фотосинтетичні пігменти, а також в захисті прокаріотів від шкідливого впливу світла.

Каротиноїди відіграють важливу роль у зоровій системі, адже молекули, що поглинають світло в очах багатьох організмів, такі як 11-цис-ретиаль, походять від β -каротину. Дослідження показали, що каротиноїди мають протиканцерогенні властивості у щурів і мишей, і цей ефект також спостерігається у людей. Навіть за умови, що β -каротин виробляється синтетичним шляхом для комерційного використання, культури клітин моркви можна використати як корисну модельну систему для дослідження *in vitro* виробництва важливих рослинних метаболітів.

Поміж інших речовин, клітини моркви виробляють фітоалексини як реакцію на враження фітопатогенами. Фітоалексини - це низькомолекулярні антимікробні речовини, що виробляються рослиною у відповідь до інфекції. Дослідження показують, що у коренях моркви, які заражені грибками, накопичується ізокумариновий фітоалексин, 6-метоксимеллеїн. Цей процес можна імітувати у культурі клітин моркви *in vitro*, за умови правильної обробки їх певними хімічними сполуками. [2,3]

У ході дослідження аналізувався найоптимальніший метод культивування рослин *Daucus carota in vitro* з метою отримання максимальної кількості каротиноїдів. В якості матеріалу для дослідження було використано моркву трьох різних сортів, що є найбільш поширеними в сільському господарстві.

Для культивування використовували калюсогенне середовище з різними концентраціями фітогормонів. Це середовище підігрівали, розливали по 125 мл колбах (з об'ємом 50 мл кожна) і автоклавували при температурі 120°C протягом 15 хвилин. Для отримання калюсу, циліндри тканини діаметром приблизно 5 мм вирізали асептично, окремо від ксилеми та флоєми (починаючи зблизька 1 мм від камбію), розрізали на диски товщиною 4 мм, і по три з них висаджували в кожную колбу об'ємом 125 мл. Колби виставляли на слабе розсіяне світло при температурі 28°C. Пересадку проводили кожні 35-40 діб для нарощування культурної маси. [1,4]

Дослідження показало, що культивування *Daucus carota in vitro* є ефективним методом для отримання каротиноїдів з моркви. Використання різних сортів моркви та оптимізація концентрації фітогормонів у калюсогенному середовищі дозволяють досягти максимального виходу цих цінних біопродуктів. Отримані результати можуть бути важливими для розвитку промислових методів виробництва каротиноїдів, а також для удосконалення заходів у захисті та карантині рослин, що сприяє збереженню та підвищенню врожайності культурних рослин.

Список літератури

1. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101(4):442-449. 1976. Carotenoid Synthesis in Tissue Cultures of *Daucus carota* L. Machteld C. Mok, W. H. Gabelman and F. Skoog University of Wisconsin, Madison, W I53706
2. XIII *Daucus carota* L. (Carrot): In Vitro Production of Carotenoids and Phytoalexins A. NrsHI and F. KuROSAKI
3. Extraction and Stability of *Daucus Carota* Extract U.M. Aliyu , O.A. Osha and E. Moses. Chemical Engineering Department, Abubakar Tafawa Balewa University P.M.B. 0248, Bauchi, Nigeria
4. Extraction of Carrot (*Daucus carota* L.) Carotenes under Different Conditions Martina FIKSELOVÁ , Stanislav ŠILHÁR , Ján MAREČEK and Helena FRANČÁKOVÁ Department of Storing and Processing of Plant Products, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic; Food Research Institute, Biocenter Modra, Modra, Slovak Republic

УДК 581.14: 635.9 (477-25)

Савіцька Л. В., Нестерова Н. Г.

ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИН РОДУ *FAGACEAE* В ОЗЕЛЕНЕННІ МІСТ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

E-mail: savitska21sl@gmail.com

Міське середовище – складна, динамічна, природно-антропогенна система, що перебуває під сталим впливом соціально-техногенних чинників (Левон Ф. М., 2008). Зростання числа міського населення призвело до серйозних соціальних, економічних й екологічних проблем. Внаслідок щільної міської забудови практично не залишилося місця для формування оазисів зелених насаджень, парків та скверів. Водночас, скорочуються не лише рекреаційні зони мегаполісів, а й заміські насадження, що виконують роль зелених міських поясів (Ткаченко Т.М., 2018). Особливої актуальності в Україні набувають проблеми збереження, відновлення та збагачення біорізноманіття форм рослин у зв'язку з аридизацією та глобальними змінами клімату Землі. Для збагачення асортименту декоративних деревних рослин, які культивують та використовують в озелененні великих міст України, а також для підвищення декоративної та естетично-культурної цінності насаджень у вуличних композиціях часто можна зустріти представників роду *Fagaceae*.

Метою роботи було вивчення біологічних та екологічних особливостей рослин роду *Fagaceae* й можливості їх використання у насадженнях загального та спеціального призначення у місті Київ. Об'єктами досліджень слугували деревні рослини роду *Fagaceae*, а саме: гірськокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) і липа широколиста (*Tilia platyphyllos* Scop.), які зростали у різних екологічних зонах: № 1 – умовний контроль – Ботанічний сад НУБіП України; № 2 – Голосіївський район – вздовж вулиці Васильківська; № 3 – вуличні насадження поблизу магістралей з інтенсивним рухом автотранспорту (вул. Блакитного і Заболотного, проспект Науки).

За інтегральною шкалою життєздатності П'ятницького М.М. (Левон Ф. М., 2008), нами встановлено, що формування життєздатності рослин роду *Fagaceae* зумовлював спектр фізіологічних та екологічних чинників. За даними Левона, понад 65% деревних видів рослин у Києві страждають від дії високих температур та водного дефіциту (Левон Ф. М., 2008). При цьому, ураженість рослин хворобами та шкідниками суттєво впливає на їх декоративні якості, а також комплексну стійкість до несприятливих чинників навколишнього середовища. Так, було відмічено, що основними шкідниками рослин роду *Fagaceae* були каштанова мінуюча міль (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimic), чорна попелиця (*Aphidoidea*) та листогризучі комах (*Dryocosmus kuriphilus*, *Curculio elephas*). Фітопатологічна оцінка показала, що понад 45 % досліджуваних дерев уражені коричневою плямистістю (*Septoria*) і борошнистою росою (*Erysiphaceae*). На території всіх екологічних зон дослідження, особливо у магістральних посадках зони № 3, характерним саме для *Aesculus hippocastanum* L. було пошкодження листової пластинки *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic зі ступенем пошкодження – майже 95 %, що зумовило найнижчий бал оцінки життєздатності. Вже до середини липня деревні рослини роду *Fagaceae* втрачають до 70-80% своєї листової поверхні, що суттєво знижує їх здатність виконувати фітосанітарні та естетичні функції, а невисокі показники життєздатності рослин *Aesculus hippocastanum* L. та *Acer platanoides* у магістральних посадках переважно обумовлений пошкодженням асиміляційного апарату комахами-шкідниками (*Dryocosmus kuriphilus*, *Curculio elephas*, *Cameraria ohridella*) (до 80-90%). Найвищий показник життєздатності спостерігався у представників *Tilia platyphyllos* Scop., які практично не пошкоджувалися шкідниками, проте нами відмічено наявність значного числа викривлень стовбура та сухостою, що в подальшому веде до загибелі рослини.

Оцінка рівня посухостійкості було проведено за комплексною методикою визначення стійкості рослин до посухи за Григорюком І.П. (Нестерова Н.Г., 2012), що передбачає визначення потенційної посухостійкості на основі коефіцієнтів водоутримання та водовідновлення і розрахунок денного водного дефіциту. Найнижчі коефіцієнти посухостійкості нами спостерігалися у рослин, що зростають біля проїжджих частин автомагістралей зони № 3, а найвищі – на території Ботанічного саду НУБіП України, де мінімізовано негативний вплив чинників навколишнього середовища та оптимізовано постійний полив насаджень. В умовах зони № 1 (зона умовного контролю) коефіцієнти посухостійкості рослин *Aesculus hippocastanum* L. складали 61,3 – 83,3 %, у зоні № 2 – 53,7 – 71,0 %, а у зоні № 3 – 33,2 – 37,0 % відповідно. Показники низької стійкості деревних рослин до несприятливих екологічних умов підтверджуються низьким рівнем обводненості листків. Стабільно низькі показники $K_{\text{пс}}$ рослин *Aesculus hippocastanum* L. свідчать про обмежену здатність цього виду переносити посушливі умови у міському урбанізованому середовищі та низьку адаптаційну пластичність. Показники $K_{\text{пс}}$ рослин *Tilia platyphyllos* Scop. були дещо вищими, що вірогідно, зумовило їх оптимальнішу життєздатність в умовах мегаполісу.

Нами виявлено, що в умовах вуличних насаджень зони № 3 усі види деревних рослин характеризувалися підвищеним водним дефіцитом порівняно з контрольною зоною № 1. Листки рослин, що зростають на території Ботанічного саду НУБіП України (зона № 1), достовірно проявляють найнижчий водний дефіцит. Це пояснюється вищою водоутримувальною здатністю цитоплазми клітин та економнішим витрачанням води за рахунок зменшення інтенсивності транспірації (Нестерова Н.Г., 2012).

Отже, отримані результати досліджень свідчать щодо обмеженої життєздатності рослин роду *Fagaceae* для озелення великих промислових міст. Встановлено, рослини, зокрема *Aesculus hippocastanum* L., проявляють низьку стійкість до дії високих температур, водного дефіциту, а також пошкоджень хворобами та шкідниками, що значно впливає на їх декоративність та стійкість. Оцінка потенційної посухостійкості *Aesculus hippocastanum* L. та *Acer platanoides* також підтверджує низьку адаптивну здатність рослин роду *Fagaceae* до умов міського середовища. Використання рослин *Tilia platyphyllos* Scop. для озелення міст може бути ефективним за умови ефективноної агротехніки вирощування, підтримки оптимального водного режиму (70 % ПВ) та обробки проти шкідників.

УДК 620.3:661.66:63

Северін С.М., Ткаченко Т.А.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОМАТЕРІАЛІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

severinsegi2002@gmail.com

Національний університет біоресурсів та природокористування України, м. Київ

Останнє десятиліття характеризується стрімким розвитком нанотехнологій, які відкривають широкі можливості в різних галузях, включаючи сільське господарство. Особливо перспективними в цьому напрямку є вуглецеві наноматеріали, такі як нанотрубки, фулерени та графен.

Зростання інтенсивності сільськогосподарського виробництва на обмежених площах з мінімальним впливом на навколишнє середовище - це головний виклик найближчого майбутнього, з урахуванням постійного зростання кількості населення світу. Можливі напрямки застосування нанотехнологій у рослинництві включають:

- Підвищення продуктивності сільськогосподарських культур за допомогою стимуляторів росту та нових нанодобрив;
- Застосування наноматеріалів у засобах захисту рослин, включаючи пестициди та гербіциди;

- Загальне зменшення використання агрохімікатів за рахунок нанокапсульованих засобів захисту рослин та добрив з повільним вивільненням;
- Впровадження точного землеробства за допомогою нанотехнологій.

Згідно ряду досліджень, в майбутньому 40 % усіх впроваджених у сільське господарство нанотехнологій будуть становити наноматеріали на основі вуглецю, більшість з яких все ще перебуває на стадії розробки [1].

Зважаючи на це, метою роботи було проаналізувати дані сучасних наукових досліджень щодо потенційних шляхів застосування вуглецевих наноматеріалів в сільському господарстві.

Останні дослідження впливу вуглецевих наноматеріалів продемонстрували позитивний вплив на рослини, що вирощувались в лабораторних умовах. Повідомлялося, що багат шарові вуглецеві нанотрубки проникають у коріння рослин. Також було доведено, що одношарові вуглецеві нанотрубки ефективно проникають через клітинну стінку та мембрани клітин тютюну під час експозиції *in vitro* з подальшим транспортуванням до певних клітинних органел; що можна інтерпретувати як доказ потенційного використання їх як «нанотранспортерів». Крім того, повідомлялося про пригнічення поглинання органічних забруднень рослинами в присутності вуглецевих наночастинок [2].

Використання вуглецевих наночастинок сприяє позитивному впливу на фізіологічні параметри рослин. Повідомляється, що за десятиденної експозиції розчином нанотрубок карбону в концентрації 150 мг/л спостерігалось збільшення маси кореневої системи пшениці в 10 разів порівняно з контрольною групою [3]. В іншому дослідженні повідомляється про підвищення інтенсивності росту нуту при використанні водорозчинних цибулеподібних вуглецевих наночастинок (wsCNO), які були отримані з деревних відходів через піроліз. Зокрема, на 5 та 10 дні гідропонного вирощування встановлено збільшення біомаси, порівняно з необробленими контрольними зразками [4].

Розробка інтелектуальних систем доставки має численні потенційні переваги. Інкапсульовані агрохімікати мають покращену стабільність та захист від деградації, що потенційно дозволяє зменшити їх дозу та підвищити ефективність використання [5]. Наприклад, повідомляється, що фунгіциди, інкапсульовані в багат шарові вуглецеві нанотрубки та функціоналізовані лимонною кислотою, мають вищу токсичність проти грибів *Alternaria alternata*, порівняно з неінкапсульованим пестицидом [6].

Завдяки протигрибковим властивостям наноматеріали на основі вуглецю є перспективними матеріалами для розробки нових фунгіцидів. Серед різних вуглецевих наноматеріалів, включаючи нанотрубки, фулерени та оксид графену, протестованих на двох патогенних для рослин грибах *Fusarium graminearum* і *F. roae*, одношарові вуглецеві нанотрубки показали найсильнішу протигрибкову активність. Навпаки, фулерени та активоване вугілля, використані в аналізі, були в основному неефективними. За даними дослідження, важливою передумовою, яка визначає протигрибкову активність, є щільний контакт наночастинок із спорами грибів, що індукуює плазмоліз, пов'язаний зі зниженим вмістом в них води та зупинкою росту [8].

Все ще поширеною практикою внесення добрив у традиційному сільському господарстві є розкидання або позакореневе внесення шляхом обприскування. Ці методи часто супроводжуються значними втратами поживних речовин через їх вимивання або випаровування. Тому доцільним є використання добрив з повільним вивільненням, які можуть бути інкапсульовані плівками оксиду графену. Навіть для дуже рухливих у ґрунті поживних речовин, таких як нітрат калію, інкапсуляція оксидом графену значно подовжує процес вивільнення добрива [7].

Наноматеріали на основі вуглецю використовуються для створення високочутливих датчиків і діагностичних пристроїв для сільськогосподарських і екологічних потреб. Наносенсори демонструють різні принципи роботи, але основний - перетворення фізико-хімічних змін у сигнали. Їх висока чутливість зумовлена нанорозміром чутливих елементів, таких як вуглецеві нанотрубки. Навіть декілька молекул можуть впливати на електричні

властивості наночастинок, а велика поверхня матеріалів на основі вуглецю сприяє ефективній взаємодії з молекулами.

В дослідженнях повідомляється про сенсор на основі графену для виявлення забруднення кадмієм у воді, який ефективно працює на рівнях концентрації 0,25 мкг/л [9]. Також описано сенсори для виявлення пестицидів, гербіцидів та їх метаболітів у різних зразках з довкілля, які були розроблені на основі модифікованих багат шарових вуглецевих нанотрубок [10].

Отже, нанотехнології швидко розвиваються та мають великий потенціал для розвитку сільськогосподарства, особливо вуглецеві наноматеріали, такі як нанотрубки, наночастинки та графен. Вони допомагають підвищити врожайність, захистити рослини від шкідників та зменшити втрати поживних речовин у ґрунті. Інтелектуальні системи доставки на основі наноматеріалів роблять використання агрохімікатів більш ефективним та екологічно безпечним. Також вуглецеві наноматеріали використовуються для створення високочутливих датчиків для виявлення забруднень об'єктів довкілля. Ці розробки відкривають нові перспективи для покращення якості і безпечності сільськогосподарської продукції та збереження навколишнього середовища.

Список використаних джерел

1. Gogos A, Knauer K, Bucheli TD. Nanomaterials in plant protection and fertilization: current state, foreseen applications, and research priorities. *J Agric Food Chem.* 2012;60:9781–92.
2. Olga Zaytseva and Günter Neumann. Carbon nanomaterials: production, impact on plant development, agricultural and environmental applications. DOI 10.1186/s40538-016-0070-8
3. Tripathi S, Sonkar SK, Sarkar S. Growth stimulation of gram (*Cicer arietinum*) plant by water soluble carbon nanotubes. *Nanoscale.* 2011;3:1176.
4. Sonkar, S. K., Roy, M., Babar, D. G., and Sarkar, S. (2012). Water soluble carbon nano-onions from wood wool as growth promoters for gram plants. *Nanoscale* 4:7670. doi: 10.1039/c2nr32408c.
5. González-Melendi P, Fernández-Pacheco R, Coronado MJ, Corredor E, Testillano PS, Risueño MC, Marquina C, Ibarra MR, Rubiales D, Pérez-de- Luque A. Nanoparticles as smart treatment-delivery systems in plants: assessment of different techniques of microscopy for their visualization in plant tissues. *Ann Bot.* 2008;101:187–95.
6. Sarlak N, Taherifar A, Salehi F. Synthesis of nanopesticides by encapsulating pesticide nanoparticles using functionalized carbon nanotubes and application of new nanocomposite for plant disease treatment. *J Agric Food Chem.* 2014;62:4833–8.
7. Zhang M, Gao B, Chen J, Li Y, Creamer AE, Chen H. Slow-release fertilizer encapsulated by graphene oxide films. *Chem Eng J.* 2014;255:107–13/.
8. Wang X, Liu X, Chen J, Han H, Yuan Z. Evaluation and mechanism of antifungal effects of carbon nanomaterials in controlling plant fungal pathogen. *Carbon.* 2014;68:798–806.
9. Wu L, Fu X, Liu H, Li J, Song Y. Comparative study of graphene nanosheet and multiwall carbon nanotube-based electrochemical sensor for the sensitive detection of cadmium. *Anal Chim Acta.* 2014;851:43–8.
10. Luo M, Liu D, Zhao L, Han J, Liang Y, Wang P, Zhou Z. A novel magnetic ionic liquid modified carbon nanotube for the simultaneous determination of aryloxyphenoxy-propionate herbicides and their metabolites in water. *Anal Chim Acta.* 2014;852:88–96.

АСПЕКТИ ВПЛИВУ ЗАСОЛЕННЯ ҐРУНТУ ЗА ДІЇ 6-БАП НА ФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН КУКУРУДЗИ *ZEa MAYs L.*

Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: koriza@ukr.net

Однією з найгостріших проблем сучасності в аграрному профілі України є деградація ґрунтів як головного фундаменту життя (He S., 2023). У нашій державі засолено понад 15 % ґрунтової поверхні, водночас, на сьогодні збільшуються і масштаби вторинного засолення ґрунтів (при нераціональному зрошенні) (Грабовський М.Б. та ін., 2018). Водночас, спостерігається також збільшення аридності та ксерофільності клімату, оскільки встановилося нове співвідношення CO₂ та O₂ в атмосфері. Прогнозується, що загальне потепління на планеті сприятиме зміщенню північніших областей кордонів районування таких господарсько-цінних C₄ рослин, як кукурудза, сорго, амарант та деякі форми проса (Молдован Ж.А., Собчук С.І., 2016; Масик І. та ін., 2020). Отже, C₄ рослини становлять певний інтерес з погляду вивчення шляхів зниження негативної дії засолення на рослинний організм, одним з яких є застосування фітогормонів, що належать до групи цитокінінів, які беруть участь в антистресових реакціях рослин та підвищують їх адаптивні можливості (Hossain M., 2019).

У зв'язку з цим метою даної роботи було вивчення впливу синтетичного аналогу цитокініна 6-БАП на фізіологічні показники рослин кукурудзи (*Zea mays L.*), що вирощувалися за різного рівня засолення субстрату. Дослідження проводилися на базі лабораторії біотехнології рослин ВП НУБІП України «Боярська ЛДС» у період з червня по листопад 2023 року. Об'єктом дослідження були рослини кукурудзи (*Zea mays L.*) сорту Адевей. Експерименти проводилися в умовах вегетаційного досліду та включали 6 варіантів, у яких різний рівень засолення створювався шляхом внесення розчину NaCl: 1. Контроль; 2. Обробка 6-БАП; 3. 0,1% NaCl; 4. 0,1% NaCl+6-БАП; 5. 0,2% NaCl; 6. 0,2% NaCl+6-БАП. Обприскування 6-БАП здійснювалося за концентрації 4×10⁻⁵М (20мг/л) у фазу кушення рослин, а у варіантах без обробки рослини обприскували водою. У ході проведених досліджень визначено такі показники як висота рослин; сумарний вміст води; здатність утримувати воду (водоутримувальна здатність) та інтенсивність транспірації.

Так, дослідження показали, що зниження висоти рослин кукурудзи знаходиться у прямій залежності від концентрації солей у субстраті. Пригнічення росту спостерігалось протягом усього досліду, що вірогідно можна пояснити токсичною дією солей на ростові показники культури. Обробка ж рослин 6-БАП достовірно впливає на збільшення висоти рослин, проте суттєвіший ефект нами отримано на рослинах, що вирощені за 0,2 % концентрації NaCl у субстраті – висота збільшилась на 14-30 %. Приріст у рості рослин, що вирощувалися на ґрунті з 0,1 % засоленням, склав 10-24 %; а у контрольних рослин, оброблених виключно 6-БАП – 12-20 %. Тенденція до зростання фізіологічної дії 6-БАП із збільшенням засоленості ґрунту нами спостерігалася також у дослідях із визначення параметрів водного режиму. Так, обробка синтетичним аналогом цитокініну спричиняла достовірне підвищення сумарного вмісту води порівняно з контролем. При цьому, у контрольних рослин цей показник становив у середньому 1,1 %, вирощених на субстраті з 0,1 % засолення – 2,1 %; за 0,2 % засолення – 3,1 %. Показники ж водоутримувальної здатності були аналогічними, проте їх збільшення під дією 6-БАП було незначним і складало менше 1 %. Збільшення сумарного вмісту води в листках кукурудзи після обробки 6-БАП об'єктивно корелює зі зменшенням інтенсивності транспірації. Так, для контрольних рослин, які були оброблені нами 6-БАП, зниження інтенсивності транспірації склало від 22,0 до 55,8 % порівняно з необробленими. Для рослин, що зростали за 0,1 % засолення, ці показники склали 17,2-57,6 %; та за 0,2 % – від 33,8 до 62,0 % відповідно, що підтверджує тенденцію до зростання впливу 6-БАП зі збільшенням ступеня засолення.

Отже, засолення негативно впливає на життєдіяльність рослин кукурудзи. Це призводить до суттєвого пригнічення ростових процесів, зниження обводненості листків, водоутримувальної здатності та інтенсивності транспірації листків кукурудзи. Обробка 6-БАП достовірно нівелює пригнічувальну дію солей і сприяє оптимізації ростових процесів, збільшенню сумарного вмісту води і водоутримувальної здатності, а також зниженню інтенсивності транспірації, що свідчить про підвищення адаптивних можливостей кукурудзи.

УДК 58.085

Сірик А.Є., Бойко О.А.

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ГРИБІВ РОДУ *DAEDALEOPSIS* J.SCHRÖT. НА РІСТ І РОЗВИТОК ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: sirykartur@gmail.com*

Біологічні особливості *Daedaleopsis tricolor*, включаючи його морфологію, анатомію та фізіологію, може бути корисним для розуміння екологічної ролі цього гриба у лісових екосистемах, його взаємодію з іншими організмами та його роль у розкладі органічних речовин (Smith, 2012). Цей гриб зустрічається у багатьох країнах світу, зокрема в Україні. *Daedaleopsis tricolor* використовують для очищення ґрунту від важких металів, таких як свинець, кадмій, нікель.

Гриби роду *Daedaleopsis* містять біологічно активні речовини, таких як полісахариди, фенольні сполуки, терпени, алкалоїди, флавоноїди та інші, які мають великий потенціал у фармацевтичній та харчовій промисловості. Ці речовини можуть стимулювати ріст і розвиток овочевих культур, що робить їх перспективними для використання в сільському господарстві.

Серед грибів цього роду найпоширенішим у природних екосистемах є *Daedaleopsis tricolor*, що належить до відділу *Basidiomycota*, родини *Polyporaceae*. *Daedaleopsis tricolor* є сапротрофним грибом та росте на деревині листяних та хвойних дерев (Stamets, 2005).

Досліджено вплив біологічно активних речовин грибів *Daedaleopsis tricolor* на ріст і розвиток овочевих культур. Враховано їх вплив на проростання насіння, на ріст і розвиток рослин та на врожайність овочевих культур.

Встановлено, що біологічно активні речовини грибів *Daedaleopsis tricolor* стимулюють проростання насіння овочевих культур, сприяють росту і розвитку рослин, збільшуючи їх висоту, товщину стебла, кількість листків і розмір кореневої системи і призводить до значного збільшення врожайності овочевих культур.

Біологічно активні речовини грибів *Daedaleopsis tricolor* мають позитивний вплив на ріст і розвиток овочевих культур. Їх використання може стати екологічно безпечним і ефективним способом підвищення врожайності овочів.

УДК 58.085

Сипченко О. Ю., Лобова О. В

МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ ЗМІГОЛОВНИКА МОЛДАВСЬКОГО (*DRACOCERPHALUM MOLDAVICA L.*)

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: oksana.sypchenko@gmail.com

Змієголовник молдавський (*Dracosephalum moldavica L.*) – однорічна ароматична рослина родини Глухоцвітих (*Lamiceae*). Родом з Сибіру та Центральної Азії, також росте в Єгипті, Китаї та Монголії на висоті до 2700-3100 м над рівнем моря. Надземна частина змієголовника широко використовується в традиційній медицині для лікування розладів шлунку та печінки, а також головного та зубного болів. Дослідження показують, що екстракти змієголовника молдавського мають антихелікобактерну активність, а також седативні, знеболювальні та ранозагоювальні властивості. Основними речовинами, відповідальними за терапевтичну дію надземної частини змієголовника, є фенольні кислоти (переважно розмаринова, кавова та ферулова), флавоноїди та компоненти ефірної олії. Відомо, що флавоноїди та фенольні кислоти є корисними для здоров'я людини та профілактики захворювань завдяки їхній сильній антиоксидантній активності, здатності поглинати вільні радикали та нейтралізувати активні форми кисню.

Мікроклональне розмноження стає ключовим інструментом у збереженні змієголовника молдавського, який має не тільки естетичне значення, але й важливе медичне призначення. Відтак, дана робота спрямована на вивчення можливостей мікроклонального розмноження змієголовника молдавського, зокрема, на аналізі його генетичних особливостей та розвитку ефективних протоколів культивування.

У цьому дослідженні порівнювали проліферацію пагонів *in vitro* та регенерацію рослин змієголовника молдавського у напівтвердих та рідких культуральних системах. Кінчики пагонів рослин використовували як експлантати для вивчення реакції проліферації пагонів на середовищах Мурасіге і Скуга (MS), що містили різні рівні 6-бензиламінопурину (БАП), кінетину та 6-γ,γ-диметилаліламінопурину (2iP).

Експлантати обробляли стерилізаційними розчинами етанолу (C_2H_5OH) 70% і хлориду ртуті (II) ($HgCl_2$). Останнім етапом було промивання H_2O дист. 3 x 10 хвилин для видалення хімічних агентів.

Серед різних досліджуваних середовищ максимальна кількість пагонів була отримана на середовищі MS з 4,0 мг/л БАП (40,7). Серед усіх обробок для вкорінення пагони на середовищі MS з 1,0 мг/л індоліл-3-масляної кислоти (ІМК) дали максимальну кількість коренів (14,4). Дослідження також вказують на те, що система рідкого культивування може сприяти мікроклональному розмноженню змієголовника молдавського, а рослинний матеріал є потенційно цінним для використання у виробництві рослинних добавок та ефірної олії.

Використання мікроклонального розмноження є важливим з точки зору збереження генетичної різноманітності змієголовника молдавського, а також у забезпеченні постійного доступу до рослинного матеріалу для подальших наукових експериментів та промислового використання. Ефективні протоколи культивування та відтворення цієї рослини є першим кроком у забезпеченні її стабільного збереження та використання у подальших дослідженнях.

Список використаної літератури

1. Brewer MS (2011). Natural antioxidant: sources, compounds, mechanism of action, and potential applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 10:221-247.
2. Sharma, M., & Sharma, N. (2017). Micropropagation: A tool for the conservation of rare and endangered plant species. In *Micropropagation: Uses and Conservation of Plant Genetic Resources* (pp. 213-233). Springer, Singapore.

3. Moldovan, C.; Nițu, S.; Hermeziu, M.; Vidican, R.; Sandor, M.; Gâdea, Ș.; David, A.; Stoian, V.A.; Vâtcă, S.D.; Stoian, V. Growth Characteristics of *Dracocephalum Moldavica* L. in Relation to Density for Sustainable Cropping Technology Development. *Agriculture* 2022, 12, 789.
4. Golparvar, A.R.; Hadipanah, A.; Gheisari, M.M.; Khaliliazar, R. Chemical Constituents of Essential Oil of *Dracocephalum Moldavica* L. And *Dracocephalum Kotschy Boiss.* from Iran. *Acta Agric. Slov.* 2016, 107, 25–31.

УДК 632.937

Словінський В.В., Бородай В.В.

ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

*Національний університет біоресурсів і природокористування України вул. Героїв
Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail:ironasut@gmail.com*

Вирощування сої в Україні є важливою галуззю сільського господарства, оскільки ця бобова культура відіграє ключову роль у галузі. Проте, його стикається з рядом проблем, таких як низька родючість ґрунтів, деградація земель, а також шкідники та захворювання. Один із перспективних підходів до вирішення цих проблем - комплексне використання біопрепаратів.

Біологічні препарати - це препарати, що містять живі мікроорганізми або їх метаболіти, які використовуються для покращення росту та розвитку рослин, а також для захисту їх від шкідників і хвороб.

Переваги застосування біопрепаратів включають:

- Підвищення плодючості ґрунту.
- Зменшення навантаження хімічними речовинами на довкілля.
- Збільшення врожайності.
- Покращення якості продукції.
- Зниження витрат на вирощування.

Комплексне застосування біопрепаратів - це метод, що передбачає використання кількох препаратів з різними механізмами дії [1]. Це сприяє виникненню синергетичного ефекту, що значно посилює позитивний вплив на рослини.

Ефективність комплексного застосування біопрепаратів у технології вирощування сої проявляється у наступних аспектах:

1. Підвищення фіксації азоту: Біопрепарати, що містять бульбочкові бактерії, сприяють збільшенню доступності атмосферного азоту для сої, що призводить до зростання врожайності.
2. Покращення фосфорного живлення: Біопрепарати з фосфат-розчинюючими бактеріями роблять фосфор, який зазвичай знаходиться в ґрунті у недоступній формі, доступним для сої.
3. Стимулювання росту та розвитку рослин: Біопрепарати з ризобактеріями сприяють активному росту кореневої системи та надземної частини рослин.
4. Підвищення стійкості до шкідників і хвороб: Біопрепарати з антагоністами грибів і бактерій, а також ентомопатогенними грибами, захищають сою від шкідників і хвороб.
5. Зниження негативного впливу стресових факторів: Біопрепарати з антистресантами допомагають рослинам сої легше переносити несприятливі умови навколишнього середовища.

У висновку можна зазначити, що комплексне використання біопрепаратів виявляється ефективним засобом для збільшення врожайності та покращення якості сої. Крім того, такий підхід сприяє покращенню екологічного стану ґрунту.

Список літератури

- Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: [монографія] / В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Т.М. Ковалевська, Л.М. Токмакова, Є.П. Копилов, С.Ф. Козар, М.З. Толкачов, Т.М. Мельничук, Л.О. Чайковська, М.К. Шерстобоев, А.М. Москаленко, Ю. М. Халеп; За ред. В.В. Волкогона. — К.: Аграрна наука, 2006. С. 312-324.
- Sturz A.V., Christie B.R., Nowak J. Bacterial Endophytes: Potential Role in Developing Sustainable Systems of Crop Production. Critical Reviews in Plant Sciences. 2010. V. 19. № 1. P. 1 – 30. doi: 10.1080/07352680091139169
- Sturz A.V., Christie B.R., Nowak J. Bacterial Endophytes: Potential Role in Developing Sustainable Systems of Crop Production. Critical Reviews in Plant Sciences. 2010. V. 19. № 1. P. 1 – 30. doi: 10.1080/07352680091139169

УДК 502.1:574.5-045.35

Сокол Д. О., Дрозд П. Ю.

МОНІТОРИНГ ВПЛИВУ ІНВАЗИВНИХ ЧУЖОРІДНИХ ВИДІВ НА БІОРІЗНОМАНІТТЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: petro.drozd@gmail.com

Аналіз та прогнозування наслідків впливу інвазивних чужорідних видів в контексті водних екосистем є важливим, оскільки видове різноманіття / біорізноманіття в екосистемі є ключовим елементом її стійкості та функціонування. Інвазійні види становлять серйозну загрозу для місцевих водних середовищ та є однією з п'яти основних причин деградації екосистем та втрати біорізноманіття.

Контроль розповсюдження інвазивних видів став особливо важливим через глобалізацію людської діяльності, яка полегшує міграцію видів і сприяє значному збільшенню кількості немісцевих видів. У Європі існує Регламент 1143/2014 щодо інвазивних чужорідних видів, згідно з яким від усіх європейських країн вимагається моніторинг своїх прісноводних і морських екосистем і координації своїх дій проти інвазивних видів [1].

Отже, для ефективного управління інвазивними видами необхідно прогнозувати їхні наслідки для біорізноманіття та розробляти стратегії мінімізації негативного впливу.

Станом на сьогодні відомо декілька ключових аспектів, за якими можна передбачити наслідки впливу інвазивних чужорідних видів. До них відносяться: аналіз раніше проведених досліджень, застосування комп'ютерного моделювання розповсюдження інвазивних видів, аналіз характеристик біологічних властивостей (таких як швидкість росту, репродуктивна потужність та конкурентні здатності), оцінка вразливості місцевих екосистем, моніторинг та нагляд за впровадженням стратегій контролю.

Ефективний моніторинг є дуже важливим і залежить від раннього виявлення та точної ідентифікації інвазивних видів. В даний час візуальне спостереження залишається основним джерелом інформації про наявність чи відсутність виду в даній екосистемі.

Досить часто використовуються новітні генетичні методи моніторингу, прикладом яких є «environmental DNA» [2]. Також поширеним є застосування даних географічних інформаційних систем – Geographic Information Systems [3].

Метод екологічної ДНК (eDNA) базується на виявленні ДНК організмів у навколишньому середовищі, навіть без прямого виявлення самого організму. Суть методу

полягає у тому, що організми залишають за собою сліди ДНК, так звану "екологічну ДНК" у вигляді клітинних фрагментів, екскрементів, шкіри або відходів. Ці генетичні сліди можуть бути виділені та проаналізовані для визначення, які організми були присутні у досліджуваному середовищі. З певної акваторії або баластних вод судна збирають відфільтрований об'єм води, в якому фіксують присутню там ДНК, екстрагують, ампліфікують і секвенують на видо-специфічних маркерах певну область геному, а потім визначають загальний видовий склад усього зразка. У поєднанні з методами секвенування наступного покоління ("next-generation sequencing"), які наразі є доволі низькими за собівартістю, можна ідентифікувати цілі фауни, виявити малочисельні види у пробі та отримувати таксономічні чек-листи баластних вод для прогнозів інвазій [4].

Використання географічних інформаційних систем (GIS) полягає у зборі, зберіганні, обробці, аналізі та візуалізації географічних даних. Ця комп'ютерна технологія дозволяє інтегрувати різноманітні дані про розташування об'єктів у просторі та часі у єдину систему для отримання різних рівнів інформації та аналізу її у вигляді карт.

За допомогою комбінації методів eDNA та GIS можна оцінити потенційне розповсюдження та поведінку інвазивних чужорідних видів. Виявлення моделей їх вторгнень, порівняння різноманітності різних видів у різних середовищах і визначення місцезнаходження потенційних місць існування стає все більш важливим з метою кращого розуміння їхнього потенційного впливу на місцеве середовище та екосистеми та визначення дій, які необхідно вжити для стримування зазначеного впливу.

Певні інвазивні види завдяки швидкому розмноженню та пристосуванню у нових водоймах, можуть істотно впливати на поширення аборигенних видів, структуру трофічних ланцюгів, а також видове різноманіття і чисельність риб, в тому числі занесених до Червоної Книги України.

Таким чином, важливим є застосування заходів контролю та управління за розповсюдженням інвазивних видів з допомогою моніторингу.

Список використаних джерел:

1. European Commission. Invasive alien species. URL: https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/invasive-alien-species_en
2. Moving environmental DNA methods from concept to practice for monitoring aquatic macroorganisms. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320714004650>
3. Detection and Management of Freshwater Invasive Alien Species through Environmental DNA Analysis and Geographic Information Systems: A Review. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/12/9497>
4. Моргун Г. М. Особливості мікроеволюції та адаптації чужорідних безхребетних тварин унаслідок інвазії в водойми Азово-Чорноморського басейну. URL: <https://uacademic.info/download/file/0822U100144/morhun-dysertatsia.pdf>
УДК: 602(011).2

Хоменко Д.С., Лісовий М.М.

ПРОБІОТИЧНІ ШТАМИ ЛАКТО- ТА БІФІДОБАКТЕРІЙ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: lisova106@ukr.net

В даний час нормальна мікрофлора розглядається як якісне і кількісне співвідношення популяцій мікробів окремих органів і систем, що підтримують біохімічну, метаболічну та імунологічну рівновагу організму хазяїна, необхідну для збереження здоров'я. Нормальна мікрофлора включає більше 500 різноманітних видів мікроорганізмів з загальним чисельним складом більш 1011–1013 клітин. Це становить близько 95% від загальної кількості клітин людського організму і знаходяться в комплексній взаємодії один з одним.

Пробіотики – клас мікроорганізмів і речовин мікробного та іншого походження, що використовуються в терапевтичних цілях, а також харчові продукти і біологічно активні

добавки, що містять живі мікрокультури. Пробіотик – це функціональний харчовий інгредієнт у вигляді корисних для людини непатогенних і нетоксикогенних живих мікроорганізмів, що забезпечується при систематичному вживанні в їжу у вигляді препаратів або в складі харчових продуктів сприятливо діє на організм людини в результаті нормалізації складу і підвищення біологічної активності нормальної мікрофлори кишечника [25].

В останні роки пробіотичні препарати все частіше стали застосовуватися при комплексній терапії ряду патологічних станів, що протікають на тлі порушеної нормальної мікрофлори організму людини.

Студентська наукова робота присвячена біотехнологічним аспектам вивчення штамів бактерій роду Лакто та Біфідобактерій.

Мета дипломної роботи – вивчити особливості штамів Лакто- та Біфідобактерій.

Завдання досліджень:

- провести літературний огляд щодо пробіотичних препаратів;
- проаналізувати особливості культивування Лакто- та Біфідобактерій.

Методи дослідження – аналітичні, мікробіологічні, біотехнологічні, фізіологічні, біохімічні.

Найбільш часто в якості пробіотиків використовують деякі види молочнокислих бактерій (*Lactobacillus*), біфідобактерій (*Bifidobacterium*), сахароміцетів (*Saccharomyces cerevisiae*), кишкової палички (*E. coli*), а також окремі різновиди бацил (*Bacillus*).

Біфідобактерії і лактобактерії є численними представниками флори травної системи і служать цілям забезпечення її ефективного функціонування. Основним їх завданням є – протидія хвороботворним мікроорганізмам. Щоб зрозуміти специфіку роботи кожного з названих видів, варто розглядати їх окремо.

Далі робота була спрямована на вивчення пробіотичних властивостей і відбір найбільш активних мікроорганізмів, перспективних для створення бактерійних препаратів.

В якості контролю використовували 17 музейних штамів лактобацил з максимальним показником життєздатності більше 107–108.

Результати вивчення антагоністичної активності показали, що більшість досліджуваних лактобактерій володіють інгібуючою дією по відношенню до всіх індикаторних культур, крім *C. albicans*. Лише 3 культури мають високий ступінь активності до даної культури. Культури R1, R2, R3, R4 показали нульову ступінь, тобто не мали антагоністичної активності.

Виділені культури здатні пригнічувати патогенну мікрофлору. Так, 88% лактобактерії інгібували *E. coli* ($p < 0,002$), 83% пригнічували ріст *S. typhimurium* ($p < 0,001$). Відносно *C. albicans* ($p < 0,001$) тільки шість штамів проявили середню і високу ступінь активності.

Завдяки лактобактеріям і біфідобактеріям мікрофлора кишечника постійно очищається. Лактобактерії здатні розкладати залишки рослин, перетворюючи їх у вуглеводи і молочну кислоту. Головною їх відмінністю є широке поширення по всій мікрофлорі травної системи.

Лактобактерії виконують стратегічно важливу роль заселення стерильного кишечника дитини правильною мікрофлорою при грудному вигодовуванні. Можна сказати, що це вагома заставка в хорошу роботу травної системи на все життя.

Біфідобактерії сприяють кращому всмоктуванню кишечником іонів кальцію, заліза і вітаміну D, захищають його від проникнення мікробів і токсинів і утворюють вітаміни групи B (B1, B2 і ін.) і вітамін K.

Лактобактерії та біфідобактерії впливають на прийом лікарських препаратів і можуть посилити позитивний ефект або навпаки, зменшити негативний.

Наступним етапом досліджень буде проведення порівняльного аналізу пробіотичних штамів Лакто- та Біфідобактерій.

УДК 60.602

Хомюк М.П., Кваско О.Ю.

ОСОБЛИВОСТІ КАЛУСОГЕНЕЗУ РОСЛИН МОНАРДИ ЛИМОННОЇ (*MONARDA CITRIODORA* CERV. EX LAG.)

Національний університет біоресурсів і природокористування України вул. Героїв
Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: kvasko.olena@gmail.com

Одним з напрямків культивування рослин *in vitro*, є отримання калусної тканини для мікроклонального розмноження шляхом непрямой регенерації пагонів, а також використання такої тканини в якості сировини для отримання біологічно активних речовин. Отримання калусу рослини відкриває нові можливості для використання в умовах *in vitro*. Важливим напрямком застосування калусних культур є синтез цінних біологічно активних речовин. Особливу увагу привертають культури таких рослин, які знаходяться на межі зникнення або важко піддаються традиційним технологіям вирощування, але представляють значних інтерес з зору синтезу вторинних метаболітів, зокрема з протираковою, нейропротекторною або протималарійною активністю. Перевагами використання культури рослинних тканин *in vitro* для синтезу біологічно активних речовин є 1) поля можуть бути звільнені для вирощування сільськогосподарських культур; 2) використання культури клітин рослин *in vitro* не залежить від погодних умов та змін сезону; 3) метаболізмом рослин *in vitro* можна маніпулювати для максимізації виробництва.

Перспективною лікарською рослиною із широким спектром біологічної активності є монарда лимонна *Monarda citiodora*. Даний вид рослин відомий здатністю синтезувати цінну ефірну олію, що має протимікробні, протигрибкові, імуномодулюючі властивості, а також використовується в косметології та харчовій промисловості. Завдяки високому попиту на ефірну олію, зростає інтерес до вирощування цієї рослини для комерційного виробництва. Отже, актуальним є розробка та оптимізація технології культивування *in vitro* даного виду рослин з метою отримання біологічно активних речовин. Одним із найбільше перспективним є використання саме калусних або суспензійних культур даної рослини.

Відомо, що на ефективність калусогенезу та регенерацію пагонів рослин *in vitro* впливає тип експланту, наявність регуляторів росту у живильному середовищі, стан вихідної рослини, синтез фенольних сполук та ступінь побуріння експлантів. Серед перерахованих факторів синтез фенольних сполук і потемніння експлантів є найбільш актуальною проблемою, оскільки спричинює негативні ефекти (інгібування росту, загибель експлантів тощо) на вирощування рослин в культурі *in vitro*. Синтез фенольних сполук активується внаслідок травмування експлантів, що є одним з етапів підготовки експланта до індукції калусогенезу або прямої регенерації пагонів. Окислення цих фенольних сполук на поверхнях зрізу може спричинювати некроз прилеглих тканин, що перешкоджає засвоєнню поживних речовин і є причиною загибелі експлантів.

Враховуючи вище зазначене, **метою даної роботи** було отримання калусної культури рослин монарди лимонної (*Monarda citriodora* Cerv. ex Lag.).

Для визначення оптимального складу живильного середовища було досліджено вплив регуляторів росту — ауксинів (2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти та нафтилоцтової кислоти) та цитокінінів (бензиламінопурину та кінетину). Живильні середовища також було доповнено сполуками, які знижували вміст фенольних сполук у середовищі, які виділяють клітини рослин монарди при культивуванні *in vitro* та негативно впливають на процеси калусогенезу. До середовища додавали аскорбінову кислоту, лимонну кислоту та комплекс цих двох кислот в різних концентраціях. Було визначено вплив цих речовин на ефективність калусогенезу та оцінено відсоток утворення фенольних сполук. В якості експлантів було використано листові та кореневі сегменти. Результати було оцінено на 14 добу культивування та в подальшому було використано для культивування середовище, яке виявилось найбільш оптимальним (достатній рівень зниження відсотку фенольних сполук та найвища ефективність калусогенезу). Відсоток фенольних сполук оцінювали візуально (за ступенем побуріння експлантів) та обраховували як відношення кількості експлантів, на яких спостерігали побуріння до загальної кількості експлантів, виражене у відсотках.

Для визначення складу середовища, оптимального для отримання культури недиференційованих клітин (калусної культури) монарди лимонної експланти (листові сегменти та корені) 16-денних проростків з попередньо зробленими насінками поміщали у чашки Петрі на поверхню агаризованих середовищ Мурасиге та Скуга (МС) з 0,2 мг/л бензиламінопурину (БАП) та 2 мг/л α -нафтилоцтової кислоти (НОК); 0,2 мг/л БАП та 2 мг/л 2,4-дихлорфеноксицтової кислоти (2,4D); 0,2 мг/л кінетину та 2 мг/л НОК; 0,2 мг/л кінетину та 2 мг/л 2,4D. В подальшому експланти культивували при температурі 24°C та в умовах постійного освітлення протягом 30 діб. Кожні 3-4 доби фіксували стан експлантів та оцінювали частоту калусоутворення – відношення кількості експлантів, на яких утворювався калус, до загальної кількості експлантів.

Визначали ростовий індекс калусної тканини у відсотках (як величина, що показує збільшення маси калусу) протягом одного пасажу (за 1 місяць) за формулою: $(m_1 - m_0)/m_0 \cdot 100\%$, де m_0 та m_1 – початкова та кінцева маса калусу відповідно.

Результати досліджень показали, що для підвищення ефективності культивування експлантів *Monarda citriodora*, зокрема індукції калусогенезу, доцільним є додавання в живильне середовище 200 мг/л аскорбінової кислоти або суміші аскорбінової та лимонної кислот в загальній концентрації 10 мг/л у співвідношенні 1:1. Для отримання калусу, більш ефективним є використання листових експлантів у порівнянні з кореневими експлантами. Крім того, показана можливість отримання калусу із листових та корневих експлантів при культивуванні *in vitro* із використанням регуляторів росту БАП, НОК, 2,4D та кінетину. Оптимальним визначено використання 2 мг/л 2,4D у поєднанні з 0,2 мг/л кінетину із частотою калусогенезу 100%. Для отримання калусної тканини з метою швидкого накопичення біомаси доцільно використовувати листові експланти *Monarda citriodora* та культивувати їх на середовищі, доповненому 0,2 мг/л бензиламінопурину (БАП) та 2 мг/л α -нафтилоцтової кислоти (НОК), оскільки ростовий індекс виявився найвищим саме за таких умов культивування.

Таким чином, індукція калусогенезу монарди лимонної найбільш ефективно відбувається при культивуванні на живильному середовищі Мурасиге та Скуга, доповненому 2 мг/л 2,4D у поєднанні з 0,2 мг/л кінетину, а також при додаванні 200 мг/л аскорбінової кислоти або суміші аскорбінової та лимонної кислот в загальній концентрації 10 мг/л у співвідношенні 1:1.

УДК 574.2:582.287

Швець Д. О. Бойко О. А.

ХАРАКТЕРИСТИКА КСИЛОТРОФНИХ БАЗИДІЄВИХ ГРИБІВ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В МОНІТОРИНГУ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

Національний університет біоресурсів і природокористування України вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: dimaneloxdada@gmail.com

Ксилотрофні базидієві гриби – це види грибів, які живуть на деревині та можуть розкласти целюлозу та лігнін, роблячи їх важливими учасниками екосистем. Вони є спеціалізованою групою грибів, що виділяються за своєю здатністю жити на живій або мертвій деревині. Цей субстрат для ксилотрофів може бути як єдиним можливим так і додатковим. Дослідження ксилотрофних макроміцетів деревних насаджень дозволяє спеціалізованим структурам вчасно виявляти осередки небезпечних грибних хвороб різноманітних порід дерев, розробляти заходи боротьби з ними та зберігати лісові насадження у здоровому стані.

Метою роботи було визначення та аналіз видового складу ксилотрофних базидієвих грибів лісових насаджень за допомогою методів спостереження, порівняльних методів та моніторингу. Матеріалом дослідження були плодові тіла цих грибів, які були знайдені на

деревах та рослинних залишках лісових насаджень, і вони були ідентифіковані за загальноприйнятими методиками систематики грибів.

Використання ксилотрофних базидієвих грибів для моніторингу екосистем має ряд переваг, оскільки вони володіють підвищеною чутливістю до змін довкілля, такі як забруднення повітря, зміни клімату, порушення лісового покриву. Також вагомою перевагою є те що ця група грибів зустрічається у всьому світі, у різних типах лісів. Не можна не відмітити легкість у зборі та їх ідентифікації, що робить їх дуже зручними для моніторингу. І насамперед через велике різноманіття видів цих грибів, кожен з них має свої екологічні особливості, що дозволяє використовувати різні види ксилотрофів для моніторингу різних факторів довкілля.

Список використаних джерел:

1. Бублик Я. Ксилотрофні дискоміцети (Ascomycota) лісових екосистем національного природного парку "Сколівські Бескиди". *Вісник Львівського університету*. Львів, 2016. С. 117-125.
2. Шундель М., Велигодська А. Видовий склад ксилотрофних базидієвих грибів лісових насаджень Шаргородського району Вінницької області. Матеріали наук. конф. проф. – викл. складу, наук. праців. і здобувач. наук. ступеня, м. Вінниця, 2019. С. 59-60.
3. Блінкова О., Іваненко О. Коадаптивна система деревних рослин та ксилотрофних грибів як біоіндикація стану лісів Київського Полісся та Київської височинної області. *Питання біоіндикації та екології*. 2014. № 19, 2. С. 14–32.

УДК 632.937

Шевченко А.В.

ОПТИМІЗАЦІЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ВАКЦИН ДЛЯ ПТАХІВНИЦТВА

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
asyashevch@gmail.com*

Птахівництво є однією з найважливіших галузей сільського господарства, яка забезпечує людство м'ясом, яйцями та іншими продуктами. Проте, ця галузь зазнає значних втрат через інфекційні захворювання птиці. Вакцинація є одним з найефективніших методів профілактики та контролю цих захворювань [2].

Актуальність:

Розробка та виробництво ефективних і безпечних вакцин для птахівництва є важливою науковою та практичною проблемою. Сучасною тенденцією в боротьбі з вірулентною інфекцією є розробка вакцин, відповідних за генотипом, на основі ізолятів вірусу хвороби, які зараз циркулюють. Дані вакцини є більш ефективними не тільки в профілактиці захворювань, але й у блокуванні реплікації та виділення вірулентного вірусу після зараження [1]. Тож, розробка ефективних вакцин є одним з найважливіших завдань сучасної біотехнології.

Методи оптимізації:

Існує ряд методів оптимізації біотехнології виробництва вакцин для птахівництва, включаючи:

– **Використання рекомбінантної ДНК-технології:** Цей метод дозволяє отримувати вірусні білки, які є антигенами, без вирощування вірусів у клітинних культурах. Це значно знижує вартість і час виробництва вакцин, а також підвищує їхню чистоту та безпеку.

– **Використання інактивованих вакцин:** Цей тип вакцин містить лише фрагменти вірусних білків, які необхідні для стимуляції імунної відповіді. Це робить

вакцини більш безпечними та менш реактогенними, а також дозволяє використовувати їх для імунізації молодих птиці.

– **Використання векторних вакцин:** Цей тип вакцин використовує вірус-носії, який не викликає захворювання у птиці, для доставки вірусних білків до імунних клітин. Векторні вакцини можуть бути більш імуногенними, ніж традиційні вакцини, і можуть використовуватися для імунізації проти декількох захворювань одночасно.

– **Використання ад'ювантів:** Ад'юванти - це речовини, які додаються до вакцин для посилення імунної відповіді. Використання ад'ювантів може зробити вакцини більш ефективними і дозволити використовувати менші дози антигенів [3; 4].

При виробництві інактивованих вакцин одними з найважливіших завдань є підбір інактивантів та ад'ювантів. Завдяки правильно підібраним складовим можна значно підвищити ефективність та безпечність препарату, а також збільшити термін зберігання. Наприклад, згідно проведеного дослідження, β -пропіолактон забезпечує кращу збереженість титру вірусного матеріалу, не знижуючи при цьому рівня інактивації порівняно з водним розчином формальдегіду. Суміш мінерального масла з аеросилом А-300 виявилася більш доцільним ад'ювантом, адже вона стимулює сильнішу імунну відповідь. Готовий ад'ювант Montanide ISA 70, хоча й скорочує кількість технологічних операцій та тривалість процесу, забезпечує нижчий рівень імунної відповіді та є економічно невигідним через високу вартість.

Переваги оптимізації:

Оптимізація біотехнології виробництва вакцин для птахівництва має ряд переваг, включаючи:

1. Зниження вартості виробництва вакцин;
2. Скорочення часу виробництва вакцин;
3. Підвищення імуногенності вакцин;
4. Зниження реактогенності вакцин;
5. Можливість імунізації молодих птиці;
6. Можливість імунізації проти декількох захворювань одночасно;
7. Покращення здоров'я птиці;
8. Зниження втрат від інфекційних захворювань;
9. Збільшення продуктивності птахівництва [3; 4].

Висновки:

Оптимізація технології виробництва вакцин для птахівництва є важливим завданням, спрямованим на забезпечення високої якості та ефективності вакцин, які використовуються для захисту птахів від різних інфекційних захворювань. Використання новітніх технологій у культивуванні вірусів, модифікації ад'ювантів, молекулярно-генетичних методів та автоматизації процесів дозволяє підвищити продуктивність та безпеку виробництва, що в свою чергу сприяє збереженню здоров'я птахів та підвищенню рентабельності птахівницького господарства.

Список використаної літератури

1. Марченко, О. П., Ковальов, О. В. Сучасні тенденції виробництва вакцин для птахівництва в Україні. Ветеринарна біотехнологія, 2018.
2. World Health Organization (WHO). Biotechnology and Vaccine Production: A Guide to the Literature and Its Review. Geneva, WHO, 2018.
3. Abdelaziz, Khaled, Yosra A. Helmy, Alexander Yitbarek, Douglas C. Hodgins, Tamer A. Sharafeldin, and Mohamed S. H. Selim. 2024. "Advances in Poultry Vaccines: Leveraging Biotechnology for Improving Vaccine Development, Stability, and Delivery" *Vaccines* 12, no. 2: 134. <https://doi.org/10.3390/vaccines12020134>
4. Smith, L. Biotechnology in the Production of Poultry Vaccines: Current Trends and Future Perspectives. *Journal of Applied Poultry Research*, 2020.

Шкарбан П.О., Таран О.П.
ДОСЛІДЖЕННЯ БІОСЕНСОРНОГО ДЕТЕКТУВАННЯ МІКОТОКСИНІВ В РІЗНИХ
МАТРИЦЯХ

Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

Біосенсори викликають значний інтерес як у дослідників, так і у виробників різноманітної сільськогосподарської продукції, оскільки завжди є потреба в експресному детектуванні небезпечних речовин, які можуть забруднювати продукти і корми. Розробка сенсорів на основі поверхневого плазмонного резонансу для взаємодії з аналітами у складних рідинних середовищах, таких як гетерогенні харчові матриці, є складною задачею. Для досягнення високої селективності та специфічності взаємодії з аналітами, важливо використовувати методи та матеріали, які забезпечують точність та надійність детектування. Це може включати оптимізацію хімічного складу поверхні сенсора, модифікацію наноструктур для підвищення специфічності взаємодії, а також розробку спеціальних методів обробки сигналу для аналізу складних рідинних зразків. Додатковою важливою аспектом є стабільність і відтворюваність вимірювань у реальних умовах, оскільки це впливає на точність та надійність сенсорної системи. Такі фактори, як стійкість до факторів навколишнього середовища, довготривала стабільність роботи та можливість автоматизації процесів, також важливі для успішної розробки сенсорів на основі для складних рідинних матриць, таких як харчові продукти [1].

Плісневі гриби можуть становити серйозну загрозу для різних видів сільськогосподарських культур та продовольчої продукції. Вони можуть поширюватися і вражати такі продукти, як злаки, горіхи, спеції, сухофрукти, яблука та кавові боби, серед іншого. Умови, сприятливі для їхнього розвитку, можуть виникати під час зберігання, транспортування або обробки сільськогосподарської продукції. Наявність плісняви може призвести до зниження якості продуктів, втрати врожаю та забруднення продуктів токсичними метаболітами, такими як мікотоксини. Мікотоксини – це токсичні речовини, які продукуються деякими видами грибів (мікотоксигенних грибів) і можуть знаходитися у харчових продуктах, кормах і в інших матеріалах. Ці речовини можуть бути небезпечними для здоров'я людини і тварин, навіть у невеликих концентраціях, тому їх рівні суворо регулюються законодавством. Оскільки вони можуть бути небезпечними для здоров'я, багато країн мають обмеження на допустимі рівні мікотоксинів у харчових продуктах та кормах [2].

Контроль за мікотоксинами зазвичай здійснюється шляхом виявлення і аналізу цих речовин у зразках харчових продуктів та кормів за допомогою різних аналітичних методів, таких як хроматографія та мас-спектрометрія. Проте актуальними є пошуки нових підходів для швидкого, експресного детектування небезпечних речовин у продуктах харчування, кормах та інших матрицях, тому метою нашої роботи було дослідження виявлення мікотоксинів з використанням методу поверхневого плазмонного резонансу (ППР). У роботі використовували прилад на основі ППР «Плазмонтест», розроблений в Інституті кібернетики НАН України. У дослідженнях використовували два типи матриць – зерно і плоди яблук. Ці матриці є звичайними для досліджень мікотоксинів. Важливо було перевірити, чи впливає матриця на екстрагування відповідного мікотоксину для мультиплексного аналізу. Ми досліджували у двох матрицях по два типи мікотоксинів: зерно кукурудзи – афлатоксин В1/охратоксин А; плоди яблук – афлатоксин В1/патулін. Екстаркцію і підготовку проб виконували за методикою [3].

Результати досліджень показали, що при екстрагуванні мікотоксинів із матриць частина вмісту втрачається. При біосенсорному тестуванні екстрактів мікотоксинів з різних матриць було виявлено різну здатність антитіл до різних мікотоксинів зв'язуватися з поверхнею трансдюсера. При іммобілізації антитіл до афлатоксину В1 на поверхні ППР-біосенсора, в середньому відхилення резонансного кута було в межах 0,2-0,4 град як для зразків з плодів яблук, так і для зразків із зерна кукурудзи. Проте при імунній взаємодії вищі

показники були для зразків із зерна кукурудзи – від 0,6 град до 0,95 град. На противагу імуноферментному аналізу, який вимагає наявності мітки для виявлення імунної взаємодії між антитілами і мікотоксином, біосенсорний метод з використанням ППР є безмітковим, що значно здешевлює його проведення. Метод є перспективним для експерсної оцінки продуктів і кормів на вміст мікотоксинів.

Список використаних джерел:

1. Surface Plasmon Resonance (SPR) for Sensors and Biosensors / Celina M. Miyazaki, Flávio M. Shimizu, Marystela Ferreira/ in Micro and Nano Technologies, Nanocharacterization Techniques, editor(s): Alessandra L. Da Róz, Marystela Ferreira, Fabio de Lima Leite, Osvaldo N. Oliveira /, William Andrew Publishing, 2017, P. 183-200, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-49778-7.00006-0>
2. Determination of multi-mycotoxin occurrence in maize based porridges from selected regions of Tanzania by liquid chromatography tandem mass spectrometry (LC-MS/MS), a longitudinal study/ Patrick A. Geary, Gaoyun Chen, Martin E. Kimanya, Candida P. Shirima, Michalina Oplatowska-Stachowiak, Christopher T. Elliott, Michael N. Routledge, Yun Yun Gong/ Food Control, 2016, V. 68, P.337-343, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.04.018>.
3. Аналіз микотоксинів: підготовка проб / Н. Ф. Стародуб, Л. Н. Пилипенко, А. В. Егорова, И. В. Пилипенко, О. С. Гойстер, Г. А. Хмельницький // Біотехнологія, Т. 1, №1, 2008. – С. 106-116. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/4069>

УДК: 577.175.1:582.929.4:606.632

Шляхтун І.С., Кляченко О.Л.

МОРФОЛОГІЧНА РІЗНОЯКІСНІСТЬ КАЛЮСНИХ ТКАНИН ЛАВАНДИ ВУЗЬКОЛИСТОЇ (*LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL.)

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
бул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: shlyahyntni@gmail.com*

Лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia* Mill.) – вічнозелена ефіроолійна культура, що широко застосовується як сировина в фармакологічній, косметично-парфумерній та харчовій промисловостях, вирощується в декоративних та рекреаційних цілях (Prusinowska, R., & Śmigielski, K. 2014, Klyachenko O.; Shliakhtun I. 2022). Лаванда не має великої популярності як сільськогосподарська культура і одна із причин – це відсутність доступного та якісного посадкового матеріалу, сортів пристосованих до умов України. Можливим шляхом вирішення цієї проблеми є розробка більш інтенсивних методів селекції, зокрема, клонального мікророзмноження в культурі *in vitro*. Біотехнологічні методи уможливають отримання і розмноження великої кількості посадкового матеріалу стійкого до стрес-факторів навколишнього середовища.

Культивовані *in vitro* калюсні тканини рослин характеризуються високим ступенем гетерогенності, навіть в тих випадках, коли вони отримані від одних і тих же донорських генотипів, експлантів і в однакових умовах культивування. Дослідники відзначають зв'язок морфології калюсів з їх здатністю до регенерації. Розрізняють два основні типи калюсів: ембріогенний і неембріогенний. Ембріогенний калюс складається з дрібних клітин ембріонального типу і є компактним непрозорим вузлуватим утворенням білого і жовтого кольору. Він регенерує рослини шляхом соматичного ембріогенезу з високою частотою. Неембріогенний калюс складається з більш великих, продовгуватих клітин, які іноді утворюють регенерати, але шляхом органогенезу і з низькою частотою. Морфогенетичні властивості калюсних тканин в значній мірі обумовлюються умовами індукції калюсоутворення.

Мета роботи – індукція калюсогенезу лаванди вузьколистої в культурі *in vitro* для розробки масової регенерації *in vitro*.

Як донори використовували насіння чотирьох різних сортів лаванди вузьколистої вітчизняної селекції, які внесені до реєстру сортів України та двох сортів зарубіжної селекції. Випробуваний матеріал стерилізували шляхом послідовного витримання насіння у мильному розчині на протязі 10хв, потім в 70% етанолі протягом 30с та в розчині гіпохлориту натрію (1 : 2) з експозицією 10 хв, з подальшим потрійним промиванням в стерильній дистильованій воді. Калюси індукували із зрілого насіння на середовищі Мурасіге-Скуга доповненому 0,3 мг/л кінетину та 1–2 мг/л індолілоцтової кислоти (ІОК). Субкультивували калюси на середовищі того ж складу, а потім пересаджували на регенераційне середовище в якому кінетин та ІОК замінили на 1 мг/л 6-бензиламінопурина (БАП) та 1 мг/л 1-нафталінооцтової кислоти (НОК). Культивували калюс на розсіяному світлі при температурі +25°C і відносній вологості повітря 70%. В кінці нульового пасажу (на 30-35 добу) індуковані калюси описували (не менше 50 калюсів по кожному сорту). Відзначали всі візуально спостережувані ознаки (забарвлення, консистенція, наявність або відсутність будь-яких структур). Калюсні клітини розглядали під мікроскопом. Регенерацію рослин із калюсних тканин здійснювали на середовищі Мурасіге-Скуга, доповненому 0.02 мг/л БАП та 0,1 мг/л НОК. Враховуючи вихід рослин-регенератів по кожному вихідному типу калюсної тканини. Математичну обробку даних здійснювали за допомогою пакету “Аналіз даних електронних таблиць “Microsoft Excel””.

Проведені дослідження показали, що у зразках наявних сортів лаванди вузьколистої на живильних середовищах формується калюсна тканина, починаючи з 7-12 дня культивування. Недиференційований калюс мав різне забарвлення, консистенцію, блискучу або матову поверхню. Співвідношення морфотипів калюсів і ступінь їх різноманітності у різних сортів лаванди розрізнялися. Відмінності спостерігались в тому числі в межах одного сорту. Після пересаджування калюсних тканин на середовище для субкультивування, морфологічні характеристики калюсів одних типів зберігалися, а інших – змінювалися.

Важливим лімітуючим фактором при розробці методів отримання нових форм рослин в культурі тканин є здатність калюсу до індукції морфогенезу. Найвищу регенераційну здатність мали дуже щільні, матові калюси ясно-жовтого або зеленуватого кольору, які складаються з округлих дрібних клітин з густою цитоплазмою і великим ядром. Цей опис характерний для меристематичних клітин, які реалізують унікальну властивість рослинної клітини тотипотентність. При культивуванні даного типу калюсу на регенераційному середовищі в умовах інтенсивного освітлення проходить його диференціація. Регенерація починалась з утворення точки росту (тобто групи клітин, що активно ділились), із якої в подальшому проходив розвиток пагонів. Проте у деяких сортів такі калюсні тканини взагалі не було отримано. Достатньо високу здатність до регенерації мали калюси білого кольору середньої густини, матові, клітини яких були значно більші за розміром. Калюси сірого кольору з блискучою поверхнею мали крупні вакуолізовані клітини, ядра яких рід мікроскопом майже не спостерігались. Даний тип калюсів майже не регенерував проростків. Були виділені морфогенні штами, у яких здатність до регенерації пагонів *in vitro* зберігалась протягом 3–4 років. При вивченні ролі генотипу і складу індукційних середовищ з'ясувалося, що оптимізація умов культивування призводить до зміщення одержуваної різноманітності у бік регенеративних морфотипів, але не до повної одноманітності їх в рамках одного морфотипу.

Таким чином, в результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що причиною морфологічної різноякісності культивованих калюсних тканин різних сортів лаванди вузьколистої не можна віднести тільки до впливу генотипу і складу поживного середовища.

Даний опис калюсних тканин дає можливість ще в нульовому пасажі по морфологічних ознаках калюсів оцінити придатність умов культивування при ініціації

калюсів для конкретного генотипу і провести їх корекцію, що сприятиме утворенню регенераційних калюсів, а також регенерації із них проростків.

Список використаної літератури

1. Prusinowska, R., & Śmigielski, K. (2014). Composition, biological properties and therapeutic effects of lavender (*Lavandula angustifolia* L.). A review. *Herba Polonica*. 60.
2. Klyachenko O.; Shliakhtun I.. (2022). Physiological-biotechnological aspects of drought resistance of narrow-leaved lavender (*Lavandula angustifolia* mill.). *Науковий журнал*

УДК: 606:631.526.3

Шмальова М.С., Лісовий М.М., МОЛОЧНОКИСЛІ БАКТЕРІЇ У ВИРОБНИЦТВІ СИРІВ

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: lisova106@ukr.net*

Сир – високоживильний, біологічно повноцінний, легкозасвоюваний продукт. Він є незамінним і обов'язковим компонентом харчового раціону (Дідух та ін., 2008; <https://bel-ukraine.com/ua/cheeseuseful>).

Серед великої різноманітності вироблюваних в світі сирів особливе місце займають м'які сири. Їх виробництво широко поширене у Франції, Італії, Німеччині та інших країнах, займаючи там до 25–35% від загального обсягу виробництва сирів. У нашій країні вироблення подібних сирів займає не більше 5% (Дідух та ін., 2008).

Актуальність даного питання в тому, що в останні роки в більшості країн з розвинутою молочною промисловістю спостерігається активний розвиток сироваріння. Постійно зростає попит на сири, збільшуються обсяги їх виробництва, розширюється і вдосконалюється асортимент продукції.

Мета роботи: дослідити біотехнологічні аспекти при виробництві сирів в виробничих умовах.

Завдання досліджень:

- розглянути класифікацію сирів, технології їх виробництва;
- дослідити біотехнологічні аспекти виробництва сиру;
- вивчити взаємодію та розмноження молочнокислих бактерій за приготування сирів;
- провести аналіз якості одного із досліджуваних сирів.

Об'єкт дослідження: біотехнологічні аспекти виробництва сиру в виробничих умовах.

Предмет дослідження: молочнокислі бактерії та різні види сиру.

Матеріали та методи досліджень. Як матеріал для дослідження використано сири маслосирзаводу ВАТ «Конотопський молокозавод», м. Конотоп Сумської області. Для дослідження використовували мікробіологічні, біотехнологічні та хімічні методи.

Важливу роль у формуванні специфічних органолептичних показників сирів грають мікроорганізми. У виробництві всіх сирів до складу необхідної мікрофлори входять мезофільні і / або термофільні молочнокислі бактерії. Утворені молочнокислими бактеріями ензими грають головну роль в трансформації компонентів молока в сполуки, що обумовлюють загальні для всіх сирів органолептичні показники. Молочнокислі бактерії зброджують молочний цукор, підвищують кислотність і знижують окисно-відновний потенціал в сирі до певного рівня. Тим самим створюються умови, в яких протікають біохімічні і мікробіологічні процеси. У той же час продукти метаболізму мезофільних і термофільних молочнокислих бактерій, зокрема продукти протеолізу, сильно

розрізняються, що робить істотний вплив на органолептичні показники сирів, що виробляються з їх участю. Тому тип молочнокислих бактерій, що використовуються у виробництві сиру, може служити ознакою для класифікації сирів. Крім молочнокислих бактерій у виробництві різних груп сирів беруть участь інші мікроорганізми, які надають специфічні властивості цим сирам. Використання для вироблення сирів цвілевих грибів (<https://bel-ukraine.com/ua/cheeseuseful>; Поліщук та ін., 2013) не тільки докорінно змінює органолептичні показники сирів, а й вимагає радикальної перебудови всієї технології. Залежно від складу необхідної мікрофлори сири можна розділити на вироблювані за участю:

- тільки мезофільних молочнокислих бактерій;
- мезофільних і термофільних молочнокислих і пропіоновокислих бактерій;
- цвілевих грибів;
- мікрофлори поверхневої слизу;
- біфідобактерій і / або ацидофільної палички – дієтичні (функціональні) сири.

При виробленні твердих сичужних сирів бактеріальну закваску вносили у кількості 0,2–0,5%, при виготовленні м'яких сирів – 3–5%. До складу бактеріальних заквасок входили кислотоутворювачі (*Str. lactis* і *Str. cremoris*), а також мікроби, що утворюють кислоту і ароматичні речовини (*Str. diacetylactis*, *Str. paracitrovorum*).

Проведено порівняння напівтвердих сортів сиру Чеддар, Гауда та ін. на вітчизняних штаммах молочнокислих бактерій та показано швидкість зброжуваної маси для приготування сирів.

Вивчено фізико-хімічні та мікробіологічні основи виробництва сирів, регулювання інтенсивності і спрямованості кислотно-сичужного згортання молока, створені нові види м'яких кислотно-сичужних сирів. Показано, що вітчизняні штами молочнокислих бактерій не поступаються за ефективністю іноземним, а в деяких випадках перевершують їх.

Список використаної літератури:

1. Дідух, Н.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних проектів функціонального призначення [Текст] Н.А. Дідух., О.П. Чагаровський, Т.А. Лисогор. – Одеса: Видавництво «Поліграф». 2008. – 236 с.
2. Користь сиру. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://bel-ukraine.com/ua/cheeseuseful>
3. Технологія молочних продуктів: підручник / Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін. – К. : НУХТ, 2013. – 502 с.

УДК 635.8:577.12

Шмиголь П.А., Бойко О.А.

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІСАХАРИДІВ ГРИБІВ *PLEUROTUS OSTREATUS* KUMM. У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ: ПЕРЕВАГИ ТА ВИКЛИКИ

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: pavel.shmygol@gmail.com*

Базидієві гриби, зокрема *Pleurotus ostreatus*, відомі своєю багатofункціональністю, що включає не лише харчові аспекти, а й медичні та агротехнічні застосування. Плодові тіла гливи звичайної містять білки, вітаміни, мікроелементи. Одним із найцінніших компонентів грибів є полісахариди, які проявляють різнобічну біологічну активність (Wasser, 2002). У цьому дослідженні ми розглядаємо можливість використання полісахаридів гриба *Pleurotus ostreatus* для покращення врожайності та стійкості рослин у сільському господарстві.

Полісахариди, виділені з плодових тіл гриба *Pleurotus ostreatus*, представляють собою цінні біологічно активні сполуки, які виявляють антивірусну, антибактеріальну,

антиоксидантну та імуномодулюючу активність. Вони є цінним джерелом біополімерів для застосування в сільському господарстві (Круподьорова, 2010).

Дослідження показали, що застосування грибних екстрактів, багатих полісахаридами, при замочуванні насіння перед пророщуванням може стимулювати вегетативний ріст та розвиток рослин. Полісахариди сприяють покращенню абсорбції поживних речовин та збільшенню стійкості рослин до стресових умов.

Використання полісахаридів гриба *Pleurotus ostreatus* у сільському господарстві може сприяти підвищенню врожайності та якості продукції. Вони допомагають рослинам краще адаптуватися до стресових умов, таких як посуха, холод чи захворювання, що відображається на збільшенні урожаю та зниженні втрат.

Гриб *Pleurotus ostreatus* є цінним джерелом полісахаридів, які можуть бути успішно використані для покращення вирощування рослин у сільському господарстві. Використання цих біополімерів сприятиме підвищенню врожайності та стійкості рослин, що робить їх перспективними компонентами в сучасних агротехнологіях.

УДК 60.606:628

Шпаковський І.В., Кваско О.Ю.

ШЛЯХИ ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: kvasko.olena@gmsil.com*

Віськові дії на території України здійснюють суттєвий негативний вплив на лісові екосистеми, яких зазнали близько 30 % площі лісів (3 млн га). Сьогодні під окупацією та бойовими діями знаходиться близько 450 тис. га лісів, а пожежами знищено понад 13 тис. га лісів. Орієнтовна шкода, завдана лісгосподарським підприємствам, становить 19,4 млрд гривень [1-4]. Лісові екосистеми постраждали від забруднення (наприклад, від викидів радіонуклідів, важких металів та інших токсичних речовин), проте одним з найбільш відчутних та тривалих наслідків військових дій залишаються пожежі. Пожежі, які виникають під час війни – особливий чинник воєнних впливів на довкілля, які можуть бути як наслідком бойових дій, так і тактичною діяльністю військ, яка застосовується свідомо. Вони виникають і неконтрольовано поширюються у часі та просторі як у зоні активних бойових дій, так і далеко поза її межами (наприклад, на замінованих та окупованих територіях) [2-3]. Крім того, через лісові масиви в окупованих та захоплених лісах переміщується важка військова техніка, у лісах дислокуються військові частини, відбулися або тривають військові дії. Все це призводить до пошкодження та/або знищення лісових екосистем.

Внаслідок військових дій на території України найбільше лісових пожеж сталося в Херсонській (постраждало 8,2 тис. га лісових площ), Миколаївській (постраждало 2,3 тис. га) та Київській (постраждало 1,1 тис. га) областях. Повну картину збитків, завданих інфраструктурі та майну, можна буде скласти лише після закінчення війни (Birdlife International, 2022). Усього за два роки війни горіло 8096 км² території України, з них 1047 км² склали ліси, що згоріли внаслідок воєнних дій та через неможливість їх погасити.

Враховуючи сучасний стан лісових екосистем України, перед лісовою галуззю постали нові виклики щодо лісовідновлення в Україні, що буде можливим лише у післявоєнний період. Природне відновлення відбувається і до завершення воєнних дій, проте може бути недостатньо ефективним та довготривалим з причин значних ушкоджень та ймовірності їх повторного виникнення. Для післявоєнного відновлення довкілля в Україні Національною радою з відновлення України від наслідків війни розроблено проєкт Плану відновлення України [1, 4]. План передбачає виконання заходів у три етапи: I – 2022 р. (вже завершився), II – 2023 – 2025 рр., III – 2026–2032 рр. Під час першого етапу розробляються

методики визначення шкоди і збитків, заподіяних внаслідок знищення або пошкодження лісового фонду України, лісових культур та шкоди, завданої біоресурсам. Найважливішим завданням другого етапу є розроблення Плану заходів з реалізації Державної стратегії управління лісами України до 2035 року, та впровадження проєктів відновлення лісів та лісових територій, які постраждали в результаті російської військової агресії. Планом відновлення України окреслено проєкти, спрямовані на виконання завдань з лісовідновлення, зокрема відновлення лісів та збалансований розвиток лісового господарства; проведення лісовпорядкування у всіх лісах, які постраждали внаслідок війни, або зростають на територіях, які тимчасово були непідконтрольними Україні; удосконалення існуючої системи охорони лісів від пожеж; розвиток лісової інфраструктури; • відновлення лісових природно-заповідних фондів; оцінка шкоди і збитків довкіллю та потреб на відновлення довкілля внаслідок російської збройної агресії.

Відтворення лісових насаджень за участю цінних видів деревних порід на нинішньому етапі розвитку суспільства є актуальним завданням лісового господарства та є одним з етапів Плану заходів з реалізації Державної стратегії управління лісами України до 2035 року, та впровадження проєктів відновлення лісів та лісових територій, які постраждали в результаті російської військової агресії [1]. Розв'язання проблеми розмноження та оздоровлення деревних порід можливе за умови використання сучасних досягнень біотехнології, одним з яких є метод мікроклонального розмноження. Цей метод має ряд переваг порівняно з широко застосовуваними способами вегетативного розмноження деревних рослин, оскільки дає можливість у стислі строки одержати масовий, генетично однорідний садивний матеріал з високими спадковими властивостями продуктивності та стійкості до збудників найбільш розповсюджених захворювань цінних деревних порід; скоротити і підвищити ефективність селекційного процесу; проводити роботу впродовж всього року; зекономити виробничі площі та використовувати передові індустріальні технології [6, 7].

Таким чином, розширення сприятливих для збереження біорізноманіття практик ведення лісового господарства та відновлення пошкоджених лісових екосистем є одним із напрямків програми посилення можливостей впровадження природоорієнтованих рішень у лісовому секторі, розробка ефективних методів отримання значної кількості оздоровленого посадкового матеріалу у короткі терміни, набуває актуальності. Пріоритетним постає завдання розробити максимально ефективні протоколи розмноження цінних та рідкісних деревних рослин з використанням культури клітин та тканин *in vitro*. За допомогою таких протоколів є можливим за короткі проміжки часу забезпечити оздоровленим посадковим матеріалом постраждалі лісові господарства та природоохоронні території для впровадження системи заходів по відновленню природних екосистем.

Список використаної літератури

1. Про схвалення Державної стратегії управління лісами України до 2035 року : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 29.12.2021 р. № 1777-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-p#Text>
2. Державна екологічна інспекція України повідомляє / Державна екологічна інспекція України. Офіційний веб-портал. URL: <https://dei.gov.ua/post/2512>.
3. Публічний звіт голови Державного агентства лісових ресурсів України за 2022 рік. URL: https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/publicch_zvit/publichnii-zvit-za-2022.pdf
4. Оцінка екологічної шкоди та пріоритети відновлення довкілля на сході України. 2017. 92 с. www.osce.org/uk/project-coordinatorinukraine/362581
5. Воєнні дії на сході України – цивілізаційні виклики людству. Львів : ЕПЛ, 2015. 136 с.
6. Мельничук М.Д., Новак Т.В., Кунах В.А. Біотехнологія рослин. – К.: ПоліграфКонсалдинг, 2003. – 520с.
7. Кушнір Г.П., Сарнацька В.В. Мікроклональне розмноження рослин. Теорія і практика. – К.: Наук. Думка, 2005. – 243 с.

УДК 634.737:581.143.6

Васильчук А.О., Коломієць Ю.В.

МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ ЛОХИНИ

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

м. Київ вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: julyja12345@gmail.com

Попит на плоди рослин роду *Vaccinium* значно зріс завдяки їхнім унікальним поживним і лікувальним властивостям. Зокрема, вони характеризуються високим вмістом фенольних сполук, антоціанів та антиоксидантів, а також відмінними смаковими якостями. У глобальному масштабі спостерігається активне використання цих рослин як дієтичних добавок та інгредієнтів для здорового харчування. Водночас традиційні методи розмноження, такі як живцювання твердих або м'яких пагонів, виявляються недостатньо ефективними для популярних і цінних сортів. У зв'язку з цим метод мікророзмноження набуває дедалі більшої перспективності для розсадників, адже дозволяє швидко та якісно задовольнити зростаючий попит.

Метою нашої роботи стало вдосконалення технології мікроклонального розмноження двох перспективних сортів лохини: Пінк Лимонад і Чандлер.

Методи вирощування *Vaccinium* в умовах *in vitro* включають ретельну дезінфекцію вихідного матеріалу, оптимізацію складу культурального середовища, а також використання регуляторів росту, які стимулюють розвиток та проліферацію рослин. Завдяки контрольованим умовам, мікророзмноження забезпечує масове виробництво високоякісних рослин у короткі терміни, що дозволяє зробити їх доступними протягом усього року. Крім того, ця технологія дає можливість досліджувати вплив абіотичних стресових факторів, а також вивчати синтез і накопичення цінних метаболітів.

У ході роботи було підібрано оптимальний склад поживного середовища та концентрацію цитокінінів для досягнення максимальної проліферації експлантів в умовах *in vitro*. Встановлено можливість одночасного укорінення та адаптації мікропагонів лохини безпосередньо в умовах *ex vitro*. Це дозволяє зменшити витрати при комерційному вирощуванні, що робить методику не лише ефективною, але й економічно вигідною.

Такі інновації сприяють розвитку інтенсивного розсадництва та підвищують доступність високоякісних рослин для споживачів.