

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



НДІ ФІТОМЕДИЦИНИ, БІОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ

**ФАКУЛЬТЕТ ЗАХИСТУ РОСЛИН,
БІОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ**

**КАФЕДРА ФІЗІОЛОГІЇ, БІОХІМІЇ РОСЛИН ТА
БІОЕНЕРГЕТИКИ**



**ІХ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА ОНЛАЙН -
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ, АСПРАНТІВ ТА МОЛОДИХ
ВЧЕНИХ**

«БІОТЕХНОЛОГІЯ: ЗВЕРШЕННЯ ТА НАДІЇ»

20 - 21 травня 2021

м. Київ

Біотехнологія: звершення та надії: збірник тез ІХ Всеукраїнської науково-практичної онлайн конференції – 156 с.

Збірник тез містить результати наукової роботи студентів, аспірантів, науковців і провідних учених України та Світу, які проводять наукові дослідження в галузях біотехнологій, молекулярної біології, екології, фізіології та біохімії рослин, вірусології, біоінформатики й нанотехнологій.

За достовірність та оформлення тексту викладених матеріалів відповідальність несуть автори.

Наказ № 202 від 10.03.2021 р. НУБіП України про підготовку та проведення ІХ Всеукраїнської науково-практичної онлайн конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Біотехнологія: звершення та надії».

Збірник тез затверджено Вченою радою Факультету захисту рослин, біотехнологій та екології, протокол № 10 від 19.05.2021 р.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

ОТЧЕНАШКО В.В. – начальник науково-дослідної частини, голова оргкомітету;

КОЛОМІЄЦЬ Ю.В. – декан факультету захисту рослин, біотехнологій та екології, співголова оргкомітету;

ПРИЛУЦЬКА С.В. – в.о. завідувача кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики, заступник голови оргкомітету;

БОГОСЛАВЕЦЬ В.А. – асистент кафедри екобіотехнологій та біорізноманіття, секретар оргкомітету;

ПАТИКА М.В. – завідувач кафедри екобіотехнології та біорізноманіття;

ГРИГОРЮК І.П. – професор кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики;

КЛЯЧЕНКО О.Л. – професор кафедри екобіотехнології та біорізноманіття;

ЛІСОВИЙ М.М. – професор кафедри екобіотехнології та біорізноманіття;

БОРОДАЙ В.В. – доцент кафедри екобіотехнології та біорізноманіття;

БОЙКО О.А. – доцент кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики;

ДРОЗД П.Ю. – доцент кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики;

БАБИЦЬКИЙ А.І. – доцент кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики;

ДАЩЕНКО А.В. – старший викладач кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики;

НЕСТЕРОВА Н.Г. – доцент кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики;

МАЦЕНКО Я.С. – в.о. голови студентської організації факультету захисту рослин, біотехнологій та екології.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1 АГРОБІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ.....	11
Заболотна І.С., Скалецький О.В., Гіптенко Н.М., Олійник О.О., Бородай В.В. ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ АСЕПТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ ЧЕБРЕЦЮ (<i>THYMUS L.</i>) <i>IN VITRO</i>	11
Кострич Д.В., Білоусова Т.В. ОБГРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ НУТУ ВІД КОМПЛЕКСУ ШКІДНИКІВ У СТЕПУ УКРАЇНИ.....	12
Андрущенко К.І., Лісовий М.М. ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ БІОГАЗУ З ПОЛІГОНІВ ТПВ	14
Хархан Л.В., Патика М.В. ФОРМУВАННЯ МІКРОБІОМУ РИЗОСФЕРИ ПШЕНИЦІ В ОСНОВНІ ФАЗИ ОНТОГЕНЕЗУ	16
Присяжний А.А., Лобова О.В. ШТАМИ <i>SINORHIZOBIUM MELILOTI</i> АДАПТОВАНІ ДО АГРО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ УКРАЇНИ.....	18
СЕКЦІЯ 2 ПРОМИСЛОВА БІОТЕХНОЛОГІЯ.....	20
Демченко Я. І., Тігунова О. О., Бородай В. В. ІНТЕНСИФІКАЦІЯ НАКОПИЧЕННЯ РИБОФЛАВІНУ НА ОСНОВІ ШТАМУ <i>BACILLUS</i> <i>SUBTILIS</i> ЗА СЕЛЕКТИВНОГО ВІДБОРУ	20
Кондратьєва І.О., Лобова О.В. 21 ВИВЧЕННЯ УМОВ КУЛЬТИВУВАННЯ ШТАМУ <i>BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM</i>	21
Горюнова І.І., Ярошенко М.В., Блюм Я.Б., Ємець А.І. ВПЛИВ ТОКСИЧНИХ МЕТАЛІВ – СВИНЦЮ ТА ВАНАДІЮ НА ОРГАНІЗАЦІЮ МІКРОТРУБОЧКОВОГО ЦИТОСКЕЛЕТУ КЛІТИН КОРЕНІВ <i>A. THALIANA</i>	23
Чорнобров О. Ю., Ткачова О. Е. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОТОКОЛУ СТЕРИЛІЗАЦІЇ ЕКСПЛАНТАТІВ ЦІННИХ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В КУЛЬТУРІ <i>IN VITRO</i>	25
Дідур Є.О., Богославець В.А. БІОДЕГРАДАЦІЯ ШТУЧНИХ ПОЛІМЕРІВ	26
Кочетов Я.В., Войтенко Л.В. РОЛЬ ДО ВОДИ В БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ВИРОБНИЦТВА МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ.....	27
Новожилова Є. Е., Бойко О. А. СКРИНІНГ КУЛЬТУР КСИЛОТРОФНИХ БАЗИДІОМЦЕТІВ – ПРОДУЦЕНТІВ ФІЗІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК	29
Синяк А.А., Богославець В.А. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БАКТЕРІАЛЬНИХ ДОБРІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....	30
Бондаренко К.А. ЗАСТОСУВАННЯ ЯДЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У КУЛЬТИВУВАННІ РОСЛИН. ПОЄДНАННЯ СУЧАСНОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА РАДІОБІОЛОГІЇ.	32

СЕКЦІЯ 3 ЕКОЛОГІЧНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ.....	34
Бузіашвілі А.Ю., Л. О. Білявська, Г.О. Іутинська, Ємець А.І. АНАЛІЗ ДІЇ АВЕРМЕКТИН-ВМІСНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПРОРОСТКИ ТОМАТІВ.....	34
Парнікоза І.Ю. УКРАЇНСЬКІ БІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В АНТАРКТИЦІ В 2021-23 РР.....	36
Мачуліна А.А., Бойко О. А. ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ ЖИВИЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ РОСТУ І РОЗВИТКУ МЩЕЛІШО <i>CALVATIA GIGANTEA</i> (BATSCH) LLOYD.....	38
Оліфер Б.О., Бойко О. А. БІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА <i>GANODERMA APPLANATUM</i> (PERS.) PAT. ТА ВИКОРИСТАННЯ ЙОГО В БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ	39
Манжура О.А., Патика М.В. ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ ШТАМІВ СИМБІОТИЧНИХ ДІАЗОТРОФІВ <i>BRADYRHZIZOBIUM</i> <i>JAPONICUM</i> В УМОВАХ <i>IN VITRO</i>	40
Скалецький О.В., Заболотна І.В., Гіптенко Н.М., Бородай В.В., Олійник О.О. ОСОБЛИВОСТІ ВВЕДЕННЯ В КУЛЬТУРУ <i>IN VITRO</i> РОСИЧКИ КРУГЛОЛИСТОЇ (<i>DROSERA ROTUNDIFOLIA</i> L.)	41
Головата Д.Ю., Бойко О. А. БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВІДХОДІВ СУБСТРАТУ ГЛИВИ ТА ШПТАКЕ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ПЕЧЕРИЦІ ДВОСПОРОВОЇ <i>AGARICUS BISPORUS</i> (J. LANGE) ІМВАСН.	42
Шовкопляс А.С., Богославець В.А. ОСОБЛИВОСТІ РЕГЕНЕРАЦІЇ РОСЛИН <i>SOLANUM MELONGENA</i> L. В КУЛЬТУРІ <i>IN VITRO</i>	43
Недужий К.О., Коломієць Ю.В. МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ СОРТІВ МАЛИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВИХ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ	44
Білоус К. С., Бойко О. А. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ <i>AGARICUS BISPORUS</i> (J. LANGE) ІМВАСН ПРИ ЗМІНІ БАЛАНСУ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ.....	45
Головата Д.Ю., Бойко О. А. БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВІДХОДІВ СУБСТРАТУ ГЛИВИ ТА ШПТАКЕ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ПЕЧЕРИЦІ ДВОСПОРОВОЇ <i>AGARICUS BISPORUS</i> (J. LANGE) ІМВАСН.	46
Грабар А.О., Олійник О.О., Бородай В.В. ОТРИМАННЯ АСЕПТИЧНИХ РОСЛИН ЕУСТОМИ КРУПНОКВІТКОВОЇ (<i>EUSTOMA</i> <i>GRANDIFLORUM</i> (RAF.) SHINNERS) <i>IN VITRO</i>	47
Хархан Л.В., Русіна Д.О., Бородай В.В. ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ БАКТЕРІЙ <i>BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS</i> НА РІСТ ТА РОЗВИТОК ТОМАТІВ.....	48

Майор А. Ю., Олійник О. О., Бородай В.В. ОСОБЛИВОСТІ ВВЕДЕННЯ В КУЛЬТУРУ <i>IN VITRO</i> НАРЦИСА ВУЗЬКОЛИСТОГО (<i>NARCISSUS TAZETTA L.</i>).....	49
Мацкевич О.В. Парій М.Ф. Симоненко Ю.В., Гринчук К.В. РЕГЕНЕРАЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ КУКУРУДЗИ <i>IN VITRO</i>	51
Парфенюк О.С., Патика М.В. ОТРИМАННЯ ШТАМІВ БАКТЕРІЙ РОДУ <i>CYTOPHAGA</i> З ВИСОКОЮ МЕТАБОЛІЧНОЮ ТА ТРОФІЧНОЮ АКТИВНІСТЮ ТРАНСФОРМАЦІЇ ВУГЛЕЦЕВМІСНИХ СПОЛУК.....	52
Шевчук І. Ю., Коломієць Ю. В. БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ <i>SALVIA HISPANICA L.</i>	54
Шляхтун І.С., Кляченко О.Л. ОТРИМАННЯ <i>IN VITRO</i> ПОСУХОСТІЙКИХ РОСЛИН ЛАВАНДИ ВУЗЬКОЛИСТОЇ (<i>LAVANDULA ANGUSTIFOLIA MILL.</i>).....	56
Скуба А. О., Коломієць Ю. В., Богославець В. А. ВПЛИВ ФІТОГОРМОНІВ НА МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ ТА РИЗОГЕНЕЗ СПАРЖІ ЛІКАРСЬКОЇ	58
Зіль В.В., Лобова О.В. ЕФЕКТИВНІСТЬ БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНОГО СИМБІОЗУ <i>MESORHIZOBIUM CICERI –</i> <i>CICER ARIETINUM</i>	60
Фасій Б.М., Коломієць Ю.В. МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ ЛЮПИНУ ЗА ДІЇ АБІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ	62
Гапон Ю.О., Гіптенко Н.М., Солодар О.О., Бородай В.В. ПРЯМИЙ МОРФОГЕНЕЗ ГВОЗДИКИ САДОВОЇ (<i>DIANTHUS CARYOPHYLLUS L.</i>).....	63
Миронова Ю.О., Башта О.В. ВПЛИВ ОБРОБКИ БІОЛОГІЧНИМИ ФУНГЦИДАМИ НА ЗАСПОРЕННЯ ПАТОГЕНАМИ ТА СХОЖІСТЬ НАСІННЯ НАГІДОК ЛІКАРСЬКИХ (<i>CALENDULA OFFICINALIS</i>)	64
Щербак Ю.В., Коломієць Ю.В. КЛІТИННА СЕЛЕКЦІЯ ОГІРКІВ <i>IN VITRO</i> ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КУЛЬТУРИ.....	66
СЕКЦІЯ 4 МОЛЕКУЛЯРНА БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА ВІРУСОЛОГІЯ.....	67
Міщенко Л.Т. ВІРУСНІ ЗАХВОРЮВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА УМОВ РІЗНИХ АБІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ ТА ЗМІН КЛІМАТУ	67
Сметанська І.М., Патика М.В., Тонха О.Л. БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОТРИМАННЯ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК З <i>IN VITRO</i> КУЛЬТУР <i>STEVIA REBAUDIANA</i>	69
Alla Yemets LACTOFERRIN EXPRESSION AS A TOOL FOR THE ENHANCEMENT OF NON-SPECIFIC PLANT PATHOGEN RESISTANCE.....	71
Соколова А.Д. ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ БІОТЕХНОЛОГІЇ В СУДОВИХ ІМУНОЛОГІЧНИХ ЕКСПЕРТИЗАХ	72

Бас О. Ю., Антіпов І.О. СКРИНІНГ ВІРУСУ НЕКРОТИЧНОГО ПОЖОВТІННЯ ЖИЛОК БУРЯКУ В АГРОЦЕНОЗАХ УКРАЇНИ МЕТОДОМ ПЛР ТА ІФА.....	74
Сингаївська В.В., Антіпов І.О. ТЕРМІНАТОРИ ТРАНСКРИПЦІЇ ЯК ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ РЕГУЛЯЦІЇ ЕКСПРЕСІЇ ГЕНІВ	76
Чмара П.О., Таран О.П. ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ ІЗОЛЯТИВ ВІРУСІВ В РОСЛИННОМУ МАТЕРІАЛІ	77
Дідук М.А., Антіпов І.О. РОЗРОБКА СИСТЕМ ДІАГНОСТИКИ ВІРУСУ МОЗАЇКИ ТУРНЕПСУ МЕТОДОМ ПЛР .	79
Дзуг М.С., Гринчук К.В., Парій М.Ф., Симоненко Ю.В. СТВОРЕННЯ РЕКОМБІНАНТНИХ ДНК КОНСТРУКЦІЙ З ГЕНАМИ СТІЙКОСТІ ДО ГЕРБЦИДІВ ГЛІФОСАТНОЇ ГРУПИ ТА КОМАХ ВИДУ ДІАБРОТІКИ (<i>DIABROTICA SPP.</i>)	81
Федорченко М. Р., Іванова Т. В., АНТИГЕННІ ДІАГНОСТИКУМИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ, ОДЕРЖАННЯ ТА ВИПРОБОВУВАННЯ ЇХ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ.....	83
Гнатюк І.С., Варченко О.І., Парій М.Ф., Симоненко Ю.В. СТВОРЕННЯ ГЕНЕТИЧНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ДЛЯ РЕДАГУВАННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ РІПАКУ	85
Храпачевський В., Бородай В. В. БЕТА-ГАЛКТОЗИДАЗНА АКТИВНІСТЬ МОЛОЧНОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ ТА ЇЇ РОЛЬ ДЛЯ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ	87
Кучерявий І., Карелов А., Созінова О., Бородай В. МОЛЕКУЛЯРНА ОЦІНКА ГЕНІВ СТІЙКОСТІ ДО ЗБУДНИКА СТЕБЛОВОЇ ІРЖІ У ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ.....	89
Кириченко С.О., Созінова О.І., Бородай В.В. ПІДБІР МОЛЕКУЛЯРНИХ МАРКЕРІВ ДЛЯ ОЦІНКИ СОРТІВ КАРТОПЛІ ЗА ГЕНАМИ СТІЙКОСТІ ДО ХВОРОБ ТА ШКІДНИКІВ	91
Марійко В.В., Щербакова Ю.В., Аббасов Р.Г. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ЕКСПЕРТНІЙ СЛУЖБІ МВС УКРАЇНИ ЯК ІНСТРУМЕНТ КРИМІНАЛІСТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ	93
Плющак К.А., Антіпов І.О. ВИЗНАЧЕННЯ НУКЛЕЙНОВОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ ФРАГМЕНТА ГЕНУ БІЛКОВОЇ ОБОЛОНКИ ВІРУСУ ОГІРКОВОЇ МОЗАЇКИ.....	95
Shadrina R.YU., Horiunova I.I., Yemets A.I. CHANGES IN <i>ATG8</i> AND <i>TUA</i> GENE EXPRESSION DURING AUTOPHAGY INDUCED BY MICROGRAVITY CONDITION IN <i>ARABIDOPSIS THALIANA</i>	96
Шень К.В., Гринчук К.В., Парій М.Ф., Симоненко Ю.В. БЕЗПЕЧНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНУ <i>CP4 EPSPS</i> ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ РІПАКУ <i>BRASSICA NAPUS L.</i> , СТІЙКХ ДО ГЛІФОСАТУ ...	97
Шевчук І. Ю., Богославець В.А. МЕХАНІЗМИ ІНДУКУВАННЯ СИНТЕЗУ ТА ФУНКЦІЇ СТРЕСОВИХ БІЛКІВ.....	99

Совінська Р.С., Міщенко Л.Т. ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА ФІЛОГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ІЗОЛЯТУ ВІРУСУ ОГІРКОВОЇ МОЗАЇКИ У ЗРАЗКАХ ГЛАДІОЛУСІВ (<i>GLADIOLUS HYBRIDUS</i>) НА ТЕРИТОРІЇ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	101
Сингаївська В.В., Антіпов І.О. ТЕРМІНАТОРИ ТРАНСКРИПЦІЇ ЯК ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ РЕГУЛЯЦІЇ ЕКСПРЕСІЇ ГЕНІВ	103
Ваніна О. Ю., Іванова Т. В. ОЦІНКА ПАТОГЕННОСТІ ІЗОЛЯТИВ БАКТЕРІЇ <i>PSEUDOMONAS</i> ВИДІЛЕНИХ З РІЗНИХ ШТАМІВ БАЗИДІОМІЦЕТІВ <i>AGARICUS BISPORUS</i>	104
Кляченко О.Л., Мандрика В.Р. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛІМОРФІЗМУ СОРТІВ РІПАКУ ОЗИМОГО ТА ЯРОГО (<i>BRASSICA NAPUS L.</i>) ЗА SSR - МАРКЕРАМИ	106
Нучурорук О.М. THE MAIN DISEASES OF WINTER RAPESEED.....	108
СЕКЦІЯ 5 БІОТЕХНОЛОГІЇ В ТВАРИННИЦТВІ	109
Канюка О.Ю. ВПЛИВ ГЕНОТИПА MC4R НА СКЛАД М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ СВИНЕЙ	109
СЕКЦІЯ 6 ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ РОСЛИН.....	111
Боброва М.С., Ворона С.О., Пушкарь О.В. ВПЛИВ ЙОНІВ Pb^{2+} НА СТАН ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОЇ РІВНОВАГИ В ТКАНИНАХ <i>ELODEA CANADENSIS</i>	111
Гентош Д.Т., Гармаш С.П. ШКІДЛИВІСТЬ СІТЧАСТОЇ ПЛЯМИСТОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО.	113
Поліщук О.В. ФУНКЦІЇ РОСЛИННИХ КАРБОАНГІДРАЗ	115
Пушкарьова Н.О., Плоховська С.Г., Блюм Я.Б., Ємець А.І. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ АУТОФАГІЇ В КЛІТИНАХ КОРЕНІВ ПШЕНИЦІ У ВІДПОВІДЬ НА СОЛЬОВИЙ СТРЕС	117
Козлова С.О., Дрозд П.Ю., Прилуцька С.В. ПОСИЛЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОСЛИННОГО АЛКАЛОЇДУ БЕРБЕРИНУ C_{60} ФУЛЕРЕНОМ.....	119
Мартинюк А. І., Коломієць Ю. В. ВПЛИВ МІКРОЕЛЕМЕНТУ БОРУ НА РЕГЕНЕРАЦІЙНУ ЗДАТНІСТЬ СОРТІВ СОНЯШНИКА <i>IN VITRO</i>	120
Ширченко С.Ю., Савенко А. В., Бойко О.А., Круподьорова Т.А. , Барштейн В.Ю. ВПЛИВ ГІБЕРЕЛІНОВОЇ ТА ІНДОЛІЛОЦТОВОЇ КИСЛОТ НА РІСТ <i>PLEUROTUS OSTREATUS</i> І <i>PLEUROTUS ERYNGII</i> В КУЛЬТУРІ.....	122
Чайка М.О., Богославець В.А. РОЛЬ СИГНАЛЬНИХ СИСТЕМ РОСЛИН У РЕАЛІЗАЦІЇ СТРЕСОВИХ РЕАКЦІЙ РОСЛИН	124
СЕКЦІЯ 7 ЕКОЛОГІЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ.....	126

Фармега О.С., Безсмертна О.О., Яворівський Р.Л., Бабицький А.І. ПОШИРЕННЯ ТА СТАН ПОПУЛЯЦІЙ САЛЬВІНІЇ ПЛАВАЮЧОЇ (<i>SALVINIA NATANS</i> (L.) ALL., <i>SALVINIACEAE</i> , <i>POLYPODIOPSIDA</i>) В УКРАЇНІ	126
Пенкін О.В., Бабицький А.І. ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ РОДУ <i>FORSYTHIA</i> JUSS. В УКРАЇНІ.....	128
Дідур Є.О., Дашенко А.В. БЕНТОСНІ ВІДКЛАДЕННЯ ЯК ГЕОХІМІЧНИЙ СОРБЦІЙНИЙ БАР'ЄР ПРОМИСЛОВО- ПОБУТОВИХ ЗАБРУДНЕНЬ МОРИВ	130
Пишна Д.О., Бабицький А.І. ІСТОРІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЛОГЕНЕТИЧНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ВИДІВ РОДУ <i>BETULA</i> L. РОСЛИННІ ЕКСТРАКТИ ПРОТИ ШКІДНИКІВ ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕНЬ	134
Лікар І.Я., Лікар Я.О. РОСЛИННІ ЕКСТРАКТИ ПРОТИ ШКІДНИКІВ ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕНЬ.....	134
Мироненко І.Г., Кава Л.П. СТАН РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЗАХІДНОГО КУКУРУДЗЯНОГО ЖУКА ТЕРИТОРІЄЮ УКРАЇНИ	135
Косміна Н.М. НАСЛІДКИ НЕЛЕГАЛЬНОГО ВИДОБУТКУ.....	136
Фокін Б.О., Хеллаф Н.Г. ОСОБЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ КОМАХ ФІТОФАГІВ БІОЛОГІЧНИМИ ЗАХОДАМИ У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	138
Білоножка Ю.О., Рабокони А.М., Постовойтова А.С., Калафат Л.О., Приваліхін С.М., Топчій Т.В., Пірко Я.В. ЗАЛЕЖНІСТЬ УРАЖЕННЯ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН ОМЕЛОЮ БІЛОЮ (<i>Viscum album</i> L.) ВІД ВИДУ ТА ВІКУ РОСЛИНИ-ХАЗЯЇНА	140
Кісіль Н.Ю., Соломенко Л.І. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ГМ КУЛЬТУР НА ГРУНТОВЕ СЕРЕДОВИЩЕ	142
Кравець О.М., Стефановська Т.Р. СУЧАСНИЙ СТАН ПОШИРЕННЯ ЗАХІДНОГО КУКУРУДЗЯНОГО ЖУКА (<i>DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA LE CONTE</i>) ТА ПЕРСПЕКТИВИ РЕГУЛЯЦІЇ ЙОГО ШКОДОЧИННОСТІ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ	144
Лисенко Т.М., Дідик Н.П., Безсмертна О.О. СКРИНІНГ ЕФЕКТИВНОСТІ КРЕМНІЄВМІСНИХ МІНЕРАЛІВ ТА АЛЕЛОПАТИЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ДО ДІЇ ТОКСИЧНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ІОНІВ ВОДНЮ У СЕРЕДОВИЩІ.	146
Чайка М.О., Дашенко А.В. ЯКОН (<i>POLYMNIA SONCHIFOLIA</i>), ЗБЕРІГАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ.....	148
СЕКЦІЯ 8 ХАРЧОВА БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ АПК.....	150
Руденко Т.О., Лісовий М.М. ВЗАЄМОДІЯ МОЛОЧНОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ У ВИРОБНИЦТВІ ЙОГУРТІВ	150
Корнієнко І.М. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОВОЧЕВОГО ПЮРЕ У ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ ПРАКТИЦІ	151

Кроха Т.В., Лісовий М.М.

**БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗМНОЖЕННЯ МОЛОЧНО КИСЛИХ БАКТЕРІЙ В
ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ СИЧУЖНОГО СИРУ 154**

СЕКЦІЯ 1

АГРОБІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ

УДК 606 : 582.923.1

Заболотна І.С., Скалецький О.В., Гіптенко Н.М., Олійник О.О., Бородай В.В.
ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ АСЕПТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ ЧЕБРЕЦЮ (*THYMUS L.*)

IN VITRO

Національний університет біоресурсів та природокористування України

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

e-mail: iren.zabolotna94@gmail.com

Чебрець (*Thymus L.*) – рід чагарників і напівчагарників з родини губоцвітих (*Lamiales*). Чебрець цінний як і в харчовій так і в лікувальній промисловості. Трава чебрецю містить олію ефірну (від 0,2 до 1,5%), флавоноїди, речовини дубильні та гіркі, камідь, кислоти тритерпенові (урсолова та олеанолова), солі мінеральні. Сировиною для виготовлення лікарських препаратів є не тільки листки а і квітки, стебла, плоди. Чебрець має високу бактерицидну активність щодо патогенних коків і грибів, широко застосовується як антисептичний і дезінфікуючий засіб.

Застосовуючи мікроклонування, можна отримати оздоровлену культуру чебрецю від хвороб, зберігши всі корисні властивості. Після появи у мікросаджанців кореневої системи, вони висаджуються в ґрунт, завдяки чому починається їх адаптація до звичайних умов вирощування.

Мета роботи: введення та отримання асептичну культуру чебрецю шляхом *in vitro*.

Здійснення поставленої мети ми виконали наступним чином: відбір посівного матеріалу; стерилізація насіннєвого матеріалу; внесення рослинного матеріалу на підібране поживне середовище для отримання асептичної культури (Мельничук, Кляченко, 2014).

Для введення в культуру використали насіння чебрецю і підібрали режим стерилізації насіннєвого матеріалу.

Під час стерилізації застосовували: розчин «Білизни» в концентрації 1:3 + 70% розчин етанолу + стерильну дистильовану воду – експозиція 15 хвилин. Ефективність стерилізації становила 89,7%.

Для отримання асептичної культури найкраще підійшло середовище Мурасіге-Скуга з додаванням макро- та мікроелементів, Fe-хелата, вітамінів, стимуляторів росту (БАП, ГБК, ІМК), рН середовища відповідало показникам 5,6 - 5,8.

Рослинний матеріал культивували при температурі +22 С°. Через 2-3 тижні спостерігали утворення проростків з насіннєвого матеріалу.

Кострич Д.В., Білоусова Т.В.
ОБГРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ
НУТУ ВІД КОМПЛЕКСУ ШКІДНИКІВ У СТЕПУ УКРАЇНИ
Національний університет біоресурсів та природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

В 2019 – 2020 роках інтенсивність розвитку, розмноження і поширення фітофагів, їх шкодочинність значною мірою залежали від багатьох факторів навколишнього середовища, серед яких найбільш суттєвими є агрокліматичні чинники та застосування заходів із біологічного захисту рослин.

Актуальним виявилось визначення ключових екологічно-біологічних чинників, які обумовлюють сезонний фітосанітарний стан із аналізом поширення та шкідливості популяції комах-фітофагів у сучасних агроценозах.

Так, популяції совки озимої формувалися циклічно, що обумовлено внутрішньо-популяційними механізмами. На зниження чисельності гусениць совки озимої вплинули погодні- кліматичні умови, що в окремі роки сприяло зниженню чисельності у період розвитку яєць та гусениць першого віку шкідника. Личинки хлібних жуків пошкоджували підземні частини зернових та інших культур і рівень показників заселених площ личинками місцями виявився високим. Поряд з тим чисельність личинок дещо зросла і становила 5,2-6,7 екз./м².

Сучасні екологічні фактори, які впливали на формування і розвиток порівняно стійких виявлених популяцій, із визначеними механізмами розмноження комплексу шкідників та оцінки інтенсивності міграції совки за показниками дії біологічних препаратів у технічній ефективності становило від 61-82%.

Перед спалахом розмноження совки озимої змінювався фізіологічний стан популяції, що впливала на виживання як гусениць фітофага так і формування структури шкідників у ґрунті. При цьому сівозмінна мала велике значення в контролі фітофагів на основних етапах формування урожаїв нуту.

Цей фактор знижує фітосанітарний потенціал в 2-7 разів у порівнянні з його рівнем у контролі. В цьому випадку зменшувалась чисельність спеціалізованих шкідливих видів комах фітофагів. Біологічні заходи контролю шкідників як і сівозмінна свідчать про пріоритети за нових умов вирощування польових культур.

Так, біопрепарат інсектицидної дії Актонерм формула в контролі шкідливих видів шленистоногих зокрема кліщів (10-15л/га) та попелиць (7-8л/га) сприяв підвищенню ефективності системи захисту нуту до 73%.

Бітоксикацилін-БТУ– проти кліщів (10-15л/га) і попелиць (6-7л/га/) на 69-76% сприяв зменшенню чисельності фітофагів і підвищенню урожаю нуту на 0,3 т/га у порівнянні з контролем. Лепідоцид – БТУ – (2-3л/га) з ефективністю проти лускокрилих видів фітофагів як на сучасних, так і на перспективних сортах нуту сприяв збереженню 0,4 – 0,5 т/га у порівнянні із іншими варіантами білани; капустияна міль; капустияна совка);

Біологічна дія окремих препаратів проявляла – токсикогенний за специфічним природним нейротоксином, здатним незворотно вражати нервову систему комах-шкідників та кліщів.

Проникаючи в організм шкідника Аверсектин С починав діяти на нервову систему шкідника, викликаючи його параліч, після чого шкідник гине.

Характерно, що період між обробкою препаратом та першими ознаками його дії коливався від 1 - 5 діб. Масова загибель шкідників спостерігалась через 3 - 5 діб. При цьому нагальним є розробка біологічного контролю фітофагів за короткостроковим прогнозом їх розвитком та розмноженням.

Мета прогнозу якого полягала в не допустити несподіваної масової появи фітофагів, коли шкідливість виду виявлялась найбільшою, а захист культур потребує надзвичайно великих витрат коштів і засобів захисту рослин. Не менш важливим є відмова від застосування засобів захисту рослин у період депресії шкідливого організму.

Сучасний прогноз є найважливішою складовою інтегрованого захисту рослин. Його значення і завдання в загальних рисах можна викласти в такій послідовності:

Прогноз у захисті нуту є підґрунтям для своєчасного проведення заходів захисту. Тільки завдяки завчасному передбаченню ступеня загрози для будь-якої культури чи запасів рослинної продукції є можливість підготуватися і здійснити необхідний захід чи їх комплекс до того, як буде завдана шкода. Завчасний прогноз надзвичайно важливий для масових видів шкідників та хвороб, здатних призводити посіви до загибелі у період спалахів чисельності чи епіфітотій.

Прогноз ступеня загрози від шкідливих організмів оптимізує технології вирощування нуту і дозволяє підібрати системи біологічного захисту за певних агрометеорологічних умов. Прогноз попереджає про існуючу загрозу, настання критичних періодів у розвитку шкідливих організмів, доцільність й строки проведення того чи іншого заходу.

Прогноз дозволяє планувати обсяги застосування і виробництва біологічних препаратів організувати розподіл та своєчасне забезпечення регіонів необхідними засобами захисту рослин.

Нагальним є розробка і застосування довгострокового прогнозу що залежність і обумовленість наступним:

ритмами зміни сонячної активності;

режимами циркуляції атмосфери, підлеглим не тільки обертанню Землі навколо осі, але і імпульсам хвильової та корпускулярної радіації Сонця;

екологічної змін в біоценозах, викликані мінливими в просторі і в часі сезонними змінами режиму погоди під впливом сонячної активності, атмосферної циркуляції, а також діяльності людини.

Андрущенко К.І., Лісовий М.М.

ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ БІОГАЗУ З ПОЛІГОНІВ ТПВ

Національний університет біоресурсів та природокористування України

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

e-mail: andrushchenko.katerinka@gmail.com

Вступ. Тверді побутові відходи (ТПВ) є невідворотним результатом життєдіяльності людини. Вони негативно впливають на оточуюче середовище, а їх асиміляція триває десятки, а то і сотні років. Тільки міста України генерують біля 40 млн м³/рік ТПВ. Питомий річний вихід ТПВ на одного мешканця сучасного міста складає 250-700 кг. Полігони твердих побутових відходів мають серйозну екологічну загрозу при надходженні шкідливих стоків в ґрунтові води та відкриті водоймища та виділенні парникових газів у повітря. Виробничі та тверді побутові відходи повинні розглядатись як потенційні вторинні матеріали, максимально повно перероблятись та використовуватись з врахуванням технічних можливостей, економічної діяльності і екологічної безпеки на прийнятному рівні [1].

Викладення основного матеріалу. В Україні найбільш поширеним способом поводження з побутовими відходами є складування їх на полігонах поховання ТПВ. В цих умовах відходи піддаються інтенсивному біохімічному розкладанню, яке обумовлює генерацію зваляного газу. Більшість полігонів працює в режимі перевантаження, а майже 80% з них не відповідають вимогам екологічної безпеки.

Система збирання та утилізації біогазу з полігонів твердих побутових відходів широко застосовується в усьому світі з подальшим його використанням для потреб опалення та гарячого водоспоживання. У зв'язку із значним загостренням енергетичної кризи в Україні, все більш актуальним стає вирішення питань залучення в народне господарство нетрадиційних джерел енергії, одним з яких є біогаз, що утворюється на звалищах та полігонах ТПВ в результаті анаеробного розкладання органічної складової похованих відходів.

У світовій практиці відомі наступні способи утилізації біогазу:

- факельне спалювання, що забезпечує усунення неприємного запаху та зниження пожежонебезпеки на території полігону; при цьому енергетичний потенціал біогазу не використовується;
- пряме спалювання біогазу для виробництва теплової енергії;
- використання біогазу в якості палива для газових двигунів та турбін з метою виробництва електроенергії та тепла;
- доведення вмісту метану в біогазі до 94-95% з наступним його використанням в газових мережах загального призначення.

Доцільність використання того чи іншого способу утилізації біогазу обумовлюється конкретними умовами господарчої діяльності на полігоні і визначається наявністю платоспроможного споживача поблизу полігону. В Україні немає нормативної бази, яка б дозволяла додавати біогаз після очищення та збагачення у мережі загального призначення [2].

Стандартна система збирання біогазу складається з сітки вертикальних свердловин (шурфів), з'єднаних між собою горизонтальними трубопроводами. Радіус збирання біогазу навколо свердловини зазвичай складає 30-35 метрів. Тому середня кількість свердловин складає 2,5 свердловини на гектар. В залежності від місцевих умов вихід біогазу може становити від 5-50 м³ до 250 м³ на годину з однієї свердловини. Система збирання газу може охоплювати всю територію полігону після закінчення терміну його експлуатації, або окремі його частини.

Біогаз, що утворився у товщі похованих відходів на полігоні ТПВ, видобувається через спеціально пробурені свердловини за допомогою водо кільцевих вакуумі насосів і по

системі трубопроводів потрапляє у газозбірні пункти, а потім через вологовіддільвач та установку очищення – у газорегулюючу установку і далі на утилізацію.

Безпосереднє спалювання біогазу у котлах для потреб теплопостачання в радіусі 3 км від полігону є найбільш рентабельним способом його утилізації. Для цього необхідно відносно рівномірне його споживання на протязі всього року, що суттєво впливає на економічні показники проекту [3].

Список літератури

1. Гелетуха Г.Г., Матвеев Ю.Б., Копейкин К.А.. Потенциал сора и утилизация свалочного газа в Украине. – Экология окружающей среды стран СНГ. Экологические проблемы окружающей среды, пути и методы их решения. URL – <http://www.ecologylife.ru/>
2. Lee L., Laszkiewicz G. Сучасна технологія для виробництва вторинного палива із твердих побутових відходів//2-я Международная конференция «Сотрудничество для решения проблемы отходов», Харьков, 2005.
3. Бутін О.З., Гвоздевич О.В., Ковальчук І.В., Муха О.В., Стефаник Ю.В. Розробка пропозицій щодо проведення дослідно-практичних робіт по облаштуванню експериментальної ділянки для вилучення енергетичного звалищного газу на Львівському полігоні твердих побутових відходів//2-я Международная конференция «Сотрудничество для решения проблемы отходов», Харьков, 2005.

Хархан Л.В., Патика М.В.

**ФОРМУВАННЯ МІКРОБІОМУ РИЗОСФЕРИ ПШЕНИЦІ В ОСНОВНІ ФАЗИ
ОНТОГЕНЕЗУ**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail:kharhan313@gmail.com*

Ґрунт – базовий компонент агроландшафту і від його стану залежить продуктивність та стійкість агроєкосистем. Застосування різних агротехнологій призводить до значних змін у співвідношенні еколого-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів, зокрема у ризосфері рослин. Використання мікробіологічних процесів у землеробстві сприяє підвищенню ефективності сільського господарства [1].

Ризосфера кожної сільськогосподарської культури характеризується певним мікробним ценозом та домінуючим видами, які безпосередньо беруть участь в процесах ґрунтоутворення. Наявність у ґрунті поживних речовин формується внаслідок тісного взаємозв'язку багатьох факторів, провідне значення серед яких відіграє видовий склад та біохімічна активність наявної мікробіоти [3].

Мікроорганізми є основним джерелом генетичного різноманіття, що має широку видову й функціональну варіабельність. Завдяки складно-му видовому різноманіттю з відповідною ферментативною активністю, мікробіота відіграє виключно важливу роль у трансформації органічної матерії, процесах ґрунтоутворення та формуванні родючості ґрунтів. Мікроорганізми ґрунту є найбільшою її складовою, а їх частка складає 60–90 %, при цьому фізіологічна і біогеохімічна активність може бути більшою у 100–1000 разів, ніж у макроорганізмів.

Ґрунтова мікробіота знаходиться в постійній взаємодії ґрунт–рослина– мікроорганізми. За участі мікроорганізмів відбувається розкладання органічної речовини, кругообіг елементів, підтримання родючості ґрунту та забезпечення рослин поживними речовинами. Використання в повній мірі потенціалу мікроорганізмів дало б можливість значно підвищити продуктивність сільськогосподарських культур за рахунок раціональнішого підвищення взаємодії між структурними елементами цієї взаємодії [2]. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Мікробіологічні аналізи проводились за загальноприйнятими методиками [4]. Домінуючі бактерії виділяли за морфологічними ознаками колоній, а саме: колір колоній, розмір (10 мм і більше – крупні, від 1-10 мм – середні, менше 1 мм – точкові), краї колонії, її консистенція, та ізолювали в чисту культуру [4].

У результаті проведеного мікробіологічного аналізу важливим етапом дослідження було вивчення морфо-культуральних властивостей. Траплялись колонії точкові (менше 1 мм), середнього розміру (від 1 мм до 10 мм) та крупні (більше 10 мм). Серед них найбільш розповсюдженими були колонії середнього розміру. За консистенцією колонії домінують на КГА поділялись на щільні, ті, що розмащуються по поверхні та водянисті. Поверхня колоній, здебільшого, була гладенькою, блискучою, але траплялись зморшкуваті, нерівні блискучі, гладенькі матові колонії. Більшість колоній поодинокі, плоскі з хвилястими краями.

Отже, за результатами даних та аналізом літератури встановлено, що характер колоній мікроорганізмів залежить від фази онтогенезу пшениці озимої.

Використана література

1. Патика, М. В., & Колодяжний, О. Ю. (2014). ФОРМУВАННЯ МІКРОБНОГО КОМПЛЕКСУ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО В АГРОЦЕНОЗІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, (2), 26-33. <https://doi.org/10.31210/visnyk2014.02.03>

2. Патика М. В. Формування біорізноманіття та філотипової структури еубактеріального комплексу чорнозему типового при вирощуванні пшениці озимої / М. В. Патика, С. П. Танчик, О. Ю. Колодяжний [та ін.] // Доповіді НАН України. – 2012. – No 11. – С. 163–171
3. Звягинцев Д.Г., Зенова Г.М. Биология почв. Москва: МГУ. 2005. 445 с.
4. Методы почвенной микробиологии и биохимии. / Под ред. Звягинцева Д.Г. – М.: Изво МГУ, 1991 – 300 с.

Присяжний А.А., Лобова О.В.

**ШТАМИ *SINORHIZOBIUM MELILOTI* АДАПТОВАНІ ДО АГРО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ
УКРАЇНИ**

Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: particle1112@gmail.com

Широко відомим фактом є те, що використання зернобобових у сівозміні дає змогу не лише підвищити родючість ґрунтів завдяки азотфіксації у симбіозі із ризобіями, але й сприяє зниженню хвороб рослин та забур'янення (Дідович, 2014). Люцерна – це одна з найкращих багаторічних кормових трав для тварин та птахів. Кількість протеїну, що містить усі основні амінокислоти у листі люцерни більша ніж у конюшини польової, тому вона прирівнюється до концентрованих кормів. Основною перевагою даної рослини над іншими є її довголіття, багатоукісність, висока врожайність та гарна якість корму. Люцерна, як і інші бобові культури, здатна до фіксування атмосферного азоту та накопичення біологічного азоту у ґрунті у симбіозі із бульбочковими бактеріями (Sorroche, Walch, 2019).

Одним із основних способів підвищення продуктивності бобових рослин є використання інокулянтів, а це створює постійну необхідність пошуку нових штамів ризобій із високими симбіотичними характеристиками (Oldroyd, 2013).

Тому метою нашої роботи було виділити з ґрунту та дослідити ефективність формування симбіотичної системи *Sinorhizobium meliloti* – *Medicago sativa*.

Виділення аборигенних бактерій з ґрунту проводили за стандартною методикою (Бегун, Тильба, 2005). Мікробіологічні дослідження проводили з використанням бобового агару (БА). Чисті культури бактерій отримували загальноприйнятими методами. Для визначення видової належності бактерій проводили оцінку морфолого-культуральних та фізіолого-біохімічних особливостей (Bergey, 1997).

Нітрогеназну активність бульбочок визначали ацетилен-редуктазним методом (Hardy, 1968).

В роботі використовували сорт люцерни *Medicago sativa* Плато. Польові дослідження проводили по методиці Б.А. Доспехова (1985).

Статистичну обробку даних проводили із застосуванням Microsoft Excel 2010.

Загалом із чорноземного ґрунту було виділено 18 бактеріальних штамів, всі вони сприяли формуванню бульбочок на коренях люцерни *Medicago sativa*. В нашій подальшій роботі було використано лише два штами, які після проведення біохімічних тестів та визначення морфолого-культуральних особливостей було віднесено до роду *Sinorhizobium* (ML-4, ML-12). Ці штами ще при проведенні низки наступних досліджень можна буде пропонувати для використання у створенні мікробних біологічних препаратів.

Азотфіксувальна (нітрогеназна) активність бульбочок є основним показником, що визначає продуктивність бобово-ризобіального симбіозу. Будучи ключовим ферментом азотфіксації вона забезпечує розрив потрібного зв'язку молекули азоту. Отримані дані вказують на те, що азотфіксувальна активність бульбочок на коренях рослин люцерни варіантів із застосуванням інокуляції насіння, виділеними штамами *Sinorhizobium meliloti* ML-4 та ML-12, була значно вищою ніж на рослинах контрольного варіанту (без передпосівної обробки) та переважала його на 17,3 та 25,7%.

Кількість бульбочок на коренях рослин люцерни сорту Плато, насіння якої були оброблені досліджуваними штамами, збільшилася в 4,8 та 12,5 рази в порівнянні з контролем (без інокуляції).

Найбільш об'єктивним показником, що характеризує вплив штамів бульбочкових бактерій на врожайність люцерни, є накопичення нею сухої маси з одиниці площі. Прибавка

врожая при застосуванні передпосівної обробки насіння люцерни штамом *Sinorhizobium meliloti* ML-12 була найвищою та становила 38%.

Таким чином, у нашій роботі було отримано два перспективні штами бульбочкових бактерій люцерни, які після проведення технологічних досліджень можна буде пропонувати для використання як біоагентів для розробки мікробних препаратів, що сприятимуть отриманню сталих врожаїв бобової рослини люцерни – важливої кормової культури.

Література

1. Дідович, С.В. Координована селекція *Mesorhizobium ciceri* і *Cicer arietinum* L. на підвищення азотфіксувального потенціалу симбіотичної системи. Селекція та генетика бобових культур: сучасні аспекти та перспективи. Тези Міжнародної наукової конференції 23–26 червня, 2014 р. Одеса : Астропринт, 2014. С. 241–243.
2. Sorroche, F., Walch, M., Zou, L., Rengel, D., Maillet, F. (2019) Endosymbiotic *Sinorhizobium meliloti* modulate *Medicago* root susceptibility to secondary infection via ethylene. (2019) *New Phytologist*, 223 (2). P.1-12.
3. Oldroyd, G. (2013). Speak, friend, and enter: signalling systems that promote beneficial symbiotic associations in plants. *Nat Rev Microbiol.* Vol. 11, P. 252-263.
4. Hardy, R. W. F., Holsten, R. D., Jackson, E. K., Burns, R.C. (1968). The acetylene-ethylene assay for nitrogen fixation: laboratory and field evaluation. *Plant Physiology*, Vol. 43, №8. P. 1185-1207.
5. Бегун, С.А. Способы, приемы изучения и отбора эффективных штаммов клубеньковых бактерий сои. Методы аналитической селекции. Благовещенск: Изд-во «Зея», 2005. 70 с.

СЕКЦІЯ 2 ПРОМИСЛОВА БІОТЕХНОЛОГІЯ

УДК 619:611

Демченко Я. І.¹, Тігунова О. О.², Бородай В. В.¹

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ НАКОПИЧЕННЯ РИБОФЛАВІНУ НА ОСНОВІ ШТАМУ *BACILLUS SUBTILIS* ЗА СЕЛЕКТИВНОГО ВІДБОРУ

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

²ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки» НАН України,
вул. Осиповського, 2а, м. Київ 04123
e-mail: yanademchenko380@ukr.net

Актуальність: Рибофлавін (вітамін В₂) - проміжний продукт первинного метаболізму, є одним із важливих харчових добавок з високою економічною цінністю. На відміну від рослин і більшості мікроорганізмів, у тваринних клітинах вітамін В₂ не синтезується. Промислове виробництво рибофлавіну здійснюється трьома способами: хімічним, мікробіологічним та змішаним синтезом. Для створення промислового виробництва рибофлавіну необхідно мати високопродуктивний штам, який міг би використовувати доступний та дешевий субстрат. На сьогодні найдешевшим вважається спосіб отримання рибофлавіну мікробіологічним способом. Дослідження, які спрямовані на оптимізацію параметрів культивування штаму *Bacillus subtilis* для потреб промислової біотехнології рибофлавіну є актуальними.

Мета роботи: інтенсифікувати накопичення рибофлавіну *Bacillus subtilis* за селективного відбору.

Викладення основного матеріалу: Бактерії роду *Bacillus* широко розповсюджені у природному середовищі. Їх знаходять на поверхні листків рослин, у каналах сльозотечі дерев, повітрі, ґрунті та мулі прісних і морських водойм. Продукентом рибофлавіну є більша частина вищих рослин, бактерії, дріжджі, гриби. Тварини не здатні до самостійного синтезу рибофлавіну, і потреба у ньому задовольняється мікрофлорою шлунково-кишкового тракту та їжею. Природні штами *Bacillus subtilis* не виділяють вітамін у зовнішнє середовище і синтезують його тільки у кількості, необхідні для підтримання власної життєдіяльності

Для вирощування штамів-продукентів рибофлавіну використовували L-агар наступного складу: пептон – 10 г/л; дріжджовий екстракт – 5 г/л; натрій хлористий – 5 г/л; агар – 25 г/л; дистильована вода – 1,0 дм³.

Інкубацію здійснювали в термостаті за температури 38±1°С протягом 72 годин. Усі колонії, які виростили на твердих середовищах, відбирали для культивування та перевірки накопичення рибофлавіну.

Методом граничних розведень провели розсіювання та виділили чисту культуру бактерій роду *Bacillus*. Виявлено два типи колоній: типові колонії – світло-жовті, неправильної форми та колонії амебоподібної форми жовто-коричневого кольору. Серед колоній було більше світло-жовтих (87 %). Подальші пересіви та очищення дали змогу виділити два незалежних клони роду *Bacillus* з різною морфологією колоній. Ці клони не розщеплювалися та не змінювали свої характеристики протягом 10 пересівів. Морфологія клітин, фарбування за Грамом, здатність до синтезу рибофлавіну також не відрізнялися.

Таким чином, проведені дослідження показали, що селективний відбір є важливим, адже штами дегенерують і 2-3% не здатні до синтезу. Мікробіологічний синтез рибофлавіну є доволі перспективним. Проведені дослідження впливу ряду технологічних факторів на продукування рибофлавіну дозволять вносити корективи в технологічний процес для отримання продукту із стабільно високими показниками.

Кондратьєва І.О., Лобова О.В.

ВИВЧЕННЯ УМОВ КУЛЬТИВУВАННЯ ШТАМУ *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM*

Національний університет біоресурсів та природокористування України

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

e-mail: irina7032000@ukr.net

Соє – унікальна рослина, її можна назвати природною фабрикою, завдяки успішному поєднанню двох важливих процесів: фотосинтезу та біологічної фіксації азоту. Вона сприяє покращенню азотного балансу ґрунту, є гарним попередником для інших сільськогосподарських культур, забезпечує одержання чистої продукції. Феномен сої полягає у високому вмісті в насінні білка та жиру, рідкісному та різноманітному поєднанні ферментативного та вітамінного складу (Алексєєв, Патица, 2014).

Інокуляція насіння сої бульбочковими бактеріями є невід’ємним прийомом технологій її вирощування. Застосування бактеріальних добрив дозволяє покращувати умови азотного живлення цієї культури, підвищувати її врожайність, збільшувати вміст білка в насінні, знижувати кількість мінеральних азотних добрив (Jarecki, 2020). Результатом бобово-ризобіального симбіозу (БРС) є різке збільшення виробництва рослин без необхідності додавання мінеральних добрив. Варто зазначити, що цінність даного симбіозу полягає також у тому, що забезпечується боротьба з бур’янами, патогенами та комахами при збиранні урожаю у системі землеробства. У симбіотичній асоціації з *B. japonicum* рослини сої можуть фіксувати до 200 кг/га молекулярного азоту, зменшуючи потребу в дорогих та потенційно шкідливих для навколишнього середовища азотних добривах (Egamberdieva, 2018). Тому створення високоефективних азотфіксуючих систем *Bradyrhizobium japonicum* – має велике теоретичне значення та практичну цінність.

Метою роботи було дослідити та визначити компоненти та їх концентрації для живильного середовища, які були б найбільш придатні для культивування бактерій сої *Bradyrhizobium japonicum*.

Під час проведених досліджень нами було виділено два бактеріальні штами бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* з ґрунту, де перед цим впродовж 15 років не здійснювалася сільськогосподарська діяльність.

Відомо, що для дослідження ризобій використовують манітно-дріжджовий агар (МДА) наступного складу (г/л): маніт – 10,0; дріжджовий екстракт – 1,0; сахароза – 3,0; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 0,5; K_2HPO_4 – 0,35; KH_2PO_4 – 0,5; MgSO_4 – 0,2; рН 7,2. Нашим завданням було видозмінити дане середовище для отримання значного приросту біомаси мікроорганізмів сої.

Досліджували ростову активність штамів *B. japonicum*, яким була присвоєна назва BR-1 та BR-2, при культивуванні у середовищі до складу якого входили джерела різних біогенних елементів. Нами було задано наступні рівні компонентів середовища:

- меляса: 8,0; 16,0; 21,0 г/дм³;
- кормові дріжджі: 2,5; 3,5; 5,0 г/дм³;
- фосфати (1:1) (KH_2PO_4 + $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3$): 0,2; 0,3; 0,4 г/дм³.

Культивування проводили в 250 мл колбах Ерленмеєра, в умовах постійного перемішування за допомогою орбітальної качалки 180 об/хв, температурі $28 \pm 2^\circ\text{C}$. Оптимальне середовище визначали в різні періоди росту бактерій за допомогою спектрофотометра ULAB 102UV у максимумі поглинання (600 нм) та будували допомогою криві росту.

Виявлено, що максимальний ефект меляси по відношенню штаму BR-2 отримано за її концентрації 21 г/дм³, по відношенню до ізоляту BR-1 – за концентрації 15 г/дм³. Максимальні ефекти щодо впливу кормових дріжджів спостерігалися за використання концентрації компонента 3,5 г/дм³ для обох ізолятів. При дослідженні впливу різного вмісту фосфорнокислих солей на ріст *Bradyrhizobium japonicum* найбільший ефект отримано за

використання мінімальної концентрації цього компонента – 0,2 г/дм³. Виходячи з цих даних, можна відмітити, що для досягнення максимального впливу на ріст бактерій *B. japonicum* необхідні підвищені концентрації кормових дріжджів і меляси.

Отже, за темпами росту штамів *B. japonicum* було встановлено, що оптимальним співвідношенням компонентів та концентрацій є: меляса: 18,0 г/дм³; кормові дріжджі: 3,5 г/дм³; фосфати (1:1) (КН₂РО₄ + К₂НРО₄): 0,2 г/дм³. Оптимізоване нами середовище сприяє наростанню біомаси, виділених штамів, тобто утворенню значної кількості екзополісахаридів, що у подальшому сприятиме формуванню ефективного БРС.

Література

1. Алексеев О. О., Патика В. П. (2014). Формування високоефективної симбіотичної системи *Bradyrhizobium japonicum* – соя. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка, № 3 (60). С. 40–44.
2. Jarecki W. (2020): Reaction of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] to seed inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* bacteria. *Plant Soil Environ.*, 66. P. 242–247.
3. Egamberdieva, D., Jabborova, D., Wirth, S. J., Alam, P., Alyemeni, M. N., Ahmad, P. (2018). Interactive Effects of Nutrients and *Bradyrhizobium japonicum* on the Growth and Root Architecture of Soybean (*Glycine max* L.). *Frontiers in microbiology*, 9. P. 1000-1018.

Горюнова І.І.¹, Ярошенко М.В.², Блюм Я.Б.¹, Ємець А.І.¹

**ВПЛИВ ТОКСИЧНИХ МЕТАЛІВ – СВИНЦЮ ТА ВАНАДІЮ НА ОРГАНІЗАЦІЮ
МІКРОТРУБОЧКОВОГО ЦИТОСКЕЛЕТУ КЛІТИН КОРЕНІВ *A. THALIANA***

¹Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»,
вул. Осиповського, 2а, м. Київ, 04123, Україна

²ІНЦ «Інститут біології та медицини» Київський національний університет
імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, 01601
e-mail:inna.horiunova.ukr@gmail.com

Сучасний рівень розвитку промисловості сприяє посиленню забруднення навколишнього середовища шкідливими викидами різного походження. Наслідки антропогенного впливу проявляються в зростанні площ промислового опустелювання, що утворилися на місці видобутку та переробки корисних копалин (Гришко та ін., 2012). В більшості випадків ґрунти таких території містять надлишкові концентрації іонів «важких» токсичних металів. На території України такі забруднені території складають близько 8% від загальної площі (Гришко та ін., 2012). До «важких» металів належить 25 хімічних елементів з густиною від 5,31 до 22,00 г/см³. Всього виділяють наступні критерії приналежності хімічних елементів до важких металів: густина, атомна маса та атомне число. Проте все частіше термін «важкі метали» використовується у природоохоронному значення, і тоді при включенні елементів до цієї групи враховується в більшій мірі їх біологічна активність, рівень токсичного впливу на живі організми та поширеність у природному середовищі. Серед хімічних елементів, які за вище вказаними ознаками можна віднести до «важких» металів є необхідні для життєдіяльності організмів (мікроелементи), а також ті, функціональна роль яких мало досліджена або не відома (ультрамикроелементи) (Гришко та ін., 2012). Микроелементи приймають участь практично в усіх фізіологічних процес рослинного організму: енергетичному обміні, первинному та вторинному метаболізмі, фітогормональній регуляції, сигналінгу тощо. На відміну від них, важкі метали-ультрамикроелементи, класичні поллютанти ґрунтів – Cd, Hg, Pb, W негативно впливають на живі організми, навіть у відносно не великих концентраціях. Одним із специфічних проявів токсичного впливу металів є зниження інтенсивності ростових процесів у рослин, а отже і зниження швидкості росту клітин. Також більшість із токсичних металів впливають на диференціацію та морфогенез у рослин, що дає підстави вважати ймовірною мішенню для їхнього впливу у клітинах рослин компоненти цитоскелету, зокрема мікротрубочки. Мікротрубочки – це високодинамічні складові рослинної клітини, які забезпечують ряд важливих клітинних процесів, зокрема, поділ і ріст, позиціонування органел, підтримка постійної форми і полярності клітин, мікрокомпарменталізацію і внутрішньоклітинний транспорт (Ehrhardt&Shaw, 2006). Організація мікротрубочок дуже чутлива до різноманітних біотичних і абіотичних факторів, в тому числі і на іони «важких» металів.

Останнім часом, накопичується все більше даних про дію токсичних металів на мікротрубочкові утворення проліферуючих клітин, в той час як проблема впливу металів-поллютантів на мікротрубочки інтерфазних клітин залишається практично не вивченою. Тому порівняльне вивчення впливу металів-поллютантів на рослинні клітини, є дуже актуальним питанням для встановлення внутрішньоклітинних мішеней для їх впливу, що в подальшому сприятиме розробленню нових ефективних стратегій для боротьби із забрудненням ґрунтів такими металами. Тому, метою даного дослідження було з'ясувати роль мікротрубочок рослинних клітин в якості потенційних мішеней для дії іонів токсичних металів. Як модельний об'єкт використовували різні типи клітин коренів 4-денних проростків ліній *A. thaliana* (GFP-MAP4), які прижиттєво експресують химерний ген *gfp*,

злитий з нуклеотидною послідовністю доменної ділянки білка MAP4, асоційованого з мікротрубочками (Marc et al., 1998) Вказана лінія арабідопсису є загально прийнятими у світі модельним об'єктом для прижиттєвої візуалізації мікротрубочок. Насіння *A. thaliana* висаджували в асептичних умовах на стерильне живильне середовище Мурасіге-Скуга (МС) (Dushefa, Нідерланди) з додаванням 10 г/л сахарози і 8 г/л агару, рН = 5,7. Далі проводили стратифікацію насіння за температури +4⁰ С протягом 24 год, потім пророщували при постійній температурі + 24 0 С та 16-годинному фотоперіоді. В дослідженнях використовували водорозчинні солі PbNO₃ та VCl₄ в концентраціях 1–10 мкМ. Особливості організації мікротрубочок у клітинах коренів *A. thaliana* під впливом іонів Pb²⁺ і V⁴⁺ прижиттєво візуалізували за допомогою лазерного скануючого конфокального мікроскопу LSM 510 META (Carl Zeiss, Німеччина). сигналу від зеленого флуоресцентного білка, який експресують клітини кореня *A.thaliana* (GFP-MAP4). Використовували наступну конфігурацію сканування: канал FITC, збудження аргонним лазером з довжиною хвилі 488 нм, роздільний фільтр HFT 405/488/543/633, дзеркало, роздільний фільтр HFT 545, фільтр емісії BP 505-570. Дослідження проводили за допомогою об'єктивів Plan-Neofluar 40x/1,6 та 63x/1.8 Oil DIC лазерного скануючого конфокального мікроскопу LSM 510 META (Carl Zeiss, Німеччина). За допомогою програмного забезпечення 4SP2 LSM 510 META (Carl Zeiss, Німеччина) отримували зображення прижиттєвої організації мікротрубочок, які візуалізували в епідермальних клітинах кореневого апексу, клітинах апікальної меристеми, перехідної зони, зони розтягу та зони диференціації (в трихобластах, атрихобластах та кореневих волосках). У результаті проведених досліджень нами було встановлено, що після обробки 1 мкМ Pb²⁺ кортикальні мікротрубочки в епідермальних клітинах кореневого апексу набували невідповідної орієнтації, тоді як в клітинах апікальної меристеми нами спостерігалися реорієнтовані та частково деполімеризовані мікротрубочки. В усіх типах клітин перехідної зони і зони розтягу формувались кортикальні мікротрубочки з невідповідною орієнтацією. Разом з тим, організація мікротрубочок в незначній мірі змінювалась з висхідної навсхідної орієнтації в трихобластах, атрихобластах і кореневих волосках зони диференціації на частково невідповідну. Більш суттєві зміни в організації кортикальних мікротрубочок було зафіксовано при обробці коренів 10 мкМ Pb²⁺. Зокрема, в епідермальних клітинах кореневого апексу спостерігали формування хаотично розміщених організованих та частково деполімеризованих кортикальних мікротрубочок. В клітинах апікальної меристеми, епідермальних та кортикальних клітинах перехідної зони та зони розтягу відбувалася їх деполімеризація. В трихобластах, атрихобластах орієнтація мікротрубочок була змінена з косої на поперечну, частина кортикальних мікротрубочок була майже повністю деполімеризована. В кореневих волосках, які разом з епідермальними клітинами кореневого апексу перші контактують з іонами свинцю, спостерігали деполімеризацію мікротрубочок. Натомість, суттєвих змін в організації мікротрубочок клітин всіх ростових кореня після дії іонів ванадію, у вказаних концентраціях нами не спостерігалось. Лише після дії 10 мкМ Pb⁴⁺ в епідермальних клітинах перехідної зони, зони розтягу та кореневих волосках відбувалася зміна нативної організації мікротрубочок на частково невідповідну.

Отже, було встановлено що мішенню для впливу токсичних металів свинцю та ванадію є мікротрубочки клітин коренів *A. thaliana* . Разом з тим більш суттєвим був вплив поширеного поллютанта ґрунтів, ультрамікроелементу рослинної клітини – свинцю, в порівнянні з мікроелементом рослинної клітини – ванадієм.

Чорнобров О. Ю., Ткачова О. Е.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОТОКОЛУ СТЕРИЛІЗАЦІЇ ЕКСПЛАНТАТІВ ЦІННИХ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В КУЛЬТУРІ *IN VITRO*

Науково-дослідна лабораторія біотехнології рослин, ВП НУБіП України «Боярська ЛДС»
вул. Лісодослідна, 12, м. Боярка, 08150, Україна
e-mail: oksana_chornobrov@ukr.net

Наразі одержання високоякісного садивного матеріалу цінних деревних рослин, зокрема ясену звичайного (*Fraxinus excelsior* L.), липи широколистої (*Tilia platyphyllos* Scop.) та берези повислої (*Betula pendula* Roth), методом тканин *in vitro* актуальне завдання. Передумовою мікроклонального розмноження є підготовка рослинного матеріалу до введення, зокрема добір умов ефективної стерилізації (Бутенко, 1964; Лутова, 2003; Smith, 2012). Здебільшого використовують хімічну стерилізацію рідкими речовинами. На режим стерилізації впливає низка чинників, зокрема фізіологічний стан донорної рослини, вік та типу експлантату (Kärkönen et al., 2011; Payamnour et al., 2014; Подгасцький та ін., 2016; Шахов и др., 2018, 2019). Саме тому мета дослідження – оптимізація протоколу стерилізації експлантатів рослин *F. excelsior*, *T. platyphyllos* та *B. pendula* для мікроклонального розмноження.

Для досліджень використовували 20–30 см частини пагонів ізольовані із 12-річної *T. platyphyllos*, 10-річної *B. pendula* та 15-річного *F. excelsior* у лютому–березні 2021 року. Експлантати попередньо витримували упродовж 24 год. у розчинах фунгіцидів (0.3 % Фундазолі – *T. platyphyllos* і *B. pendula* і 0.1 % Самшиті – *F. excelsior*). Стерилізація рослинного матеріалу полягала у витримуванні (15–20 хв) у мильному розчині (з додаванням Tween-80), промиванні у проточній воді (15–20 хв), споліскуванні у дистильованій воді, зануренні у 70 % етиловий спирт (2 хв), стерилізації у розчинах (2.5 % і 5.0 % NaClO, 1.0 % та 2.0 % AgNO₃) та наступному триразовому промиванні у стерильній дистильованій воді (5–6 хв). Рослинний матеріал культивували за загальноприйнятою методикою (Бутенко, 1964; Калинин и др., 1980; Катаева, Бутенко, 1983; Smith, 2012) на живильному середовищі за прописом MS (Murashige & Skoog, 1962) у авторській модифікації. Застосовували біотехнологічні і статистичні методи досліджень.

Ефективної стерилізації (55–65 %) експлантатів рослин *B. pendula* досягнуто шляхом використання 1.0 % AgNO₃ із наступним перенесенням у 2.5 % NaClO (6–7 хв). У разі застосування 2.0 % AgNO₃ (9–10 хв) і 5.0 % NaClO (6–7 хв) одержали 60–70 % асептичного рослинного матеріалу *T. platyphyllos*. Для експлантатів *F. excelsior* доцільно використовувати ступінчастий спосіб, який полягав у послідовному зануренні у 2.0 % AgNO₃ і 5.0 % NaClO (9–10 хв) (65–75 % ефективність). Витримування фрагментів пагонів у фунгіцидних препаратах дозволило достовірно збільшити ефективність стерилізації порівняно із контролем. З рівнем надійності 0,05 можна стверджувати, що вплив режиму стерилізації експлантатів на асептичність є статистично значущим ($F_{\text{розр.}} > F_{\text{крит.}}$). Подальші дослідження спрямовані на розроблення протоколу прямої регенерації мікропагонів рослин *F. excelsior*, *T. platyphyllos* та *B. pendula* за дії компонентів живильного середовища *in vitro*.

Дідур Є.О., Богославець В.А.
БЮДЕГРАДАЦІЯ ШТУЧНИХ ПОЛІМЕРІВ
Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: lisa.townley6648@gmail.com

Поширення пластикового забруднення корелює з невисокою ціною і довговічністю пластмас, а також незамінністю в даний момент цього матеріалу в деяких сферах, що визначає високий рівень його використання людиною (Hester, Ronald E.; Harrison, R. M. , 2011). На 2018 рік в усьому світі виробляється в рік близько 380 млн тон пластику. Всього ж, з 1950 по 2018 рік було вироблено близько 6,3 млрд тон пластику, з них було перероблено близько 9%, а спалено - 12% (The Economist, 2018). Більшість пластмас при горінні виділяють токсичні речовини: оксид вуглецю, ціан водню, хлористий водень, акролеїн, оксиди азоту, різні аліфатичні і ароматичні вуглеводні і ін. Двоокис вуглецю, який також виділяється при горінні пластичних мас, може повністю витіснити кисень з крові (Halden R. U. , 2010).

Актуальність даної теми зумовлена необхідністю зменшення кількості пластмас, а саме поліетилену високої щільності (ПВЩ), поліетилену низької щільності (ПНЩ), поліетилен терефталату (ПЕТ), поліпропілену (ПП) та ін. Найпоширенішим методом деструкції поліетиленів є їхнє спалювання на відповідних підприємствах, але при цьому виділяються отруйні продукти переробки. Саме тому у наш час є дуже актуальним пошук альтернативних шляхів переробки антропогенних токсикантів.

За той час, що пластичні маси пенетрували у біогеохімічні цикли, деякі види комах пристосувалися, а саме личинки воскової молі *Galleria mellonella*, які швидко поглинають поліетилен та виділяють при цьому етиленгліколь (Bombelli P., Howe C. J., Bertocchini F., 2017). Так, з'ясувалося, що цвілеві грибки *Penicillium simplicissimum* здатні за три місяці частково утилізувати поліетилен, попередньо оброблений азотною кислотою. (Н. V. Sowmya, Ramalingappa, M. Krishnappa, B. Thippeswamy, 2014) Пізніше з'явилися повідомлення про те, що бактерії *Nocardia asteroides* «з'їдають» пластик за час від чотирьох до семи місяців, а живуть в кишечнику індійської молі (*Plodia interpunctella*) бактерії здатні розкласти 100 міліграмів поліетилену за вісім тижнів. (S. Bonhomme, A. Cuet, A.-M. Delort, J. Lemaire, M. Sancelme, C. Scott, 2003). Тому, з плином часу з'явилася певна кореляція в кількості ґрунтових бактерій в місцях підвищеної концентрації пластмас. Протягом багатьох років бактерії адаптуються до антропогенних політантів та мають змогу використовувати їх як джерело живлення. Саме такими бактеріями є *Pseudomonas morganensis*, *Rhodococcus ruber*, *Micrococcus luteus*, *Paenibacillus mucilaginosus* та *Flavobacterium eburneum* (Yoshida, S.; Hiraga, K.; Takehana, T.; Taniguchi, I.; Yamaji, H.; Maeda, Y.; Toyohara, K.; Miyamoto, K.; Kimura, Y.; Oda, K. , 10 March 2016). Існує вірогідність того, що для кожного типу пластмаси є свій редуцент, який у певній концентрації може деструктувати полімер. Виникають морфологічні пошкодження пластику, що були спричинені взаємодією з редуцентами та на основі яких формуються методики біоутилізації.

На основі отриманих даних, можна зробити висновок, що пластичні маси, які довгий період, як вважалося, не піддавалися біологічному розкладанню, поступово проникли в БГХЦ та стали його частиною. З часом, ще більше живих організмів пристосуються до включення синтетичних полімерів до харчового ланцюга і, можливо, не потрібно буде в майбутньому спалювати пластмаси, як наслідок, зменшиться кількість викидів отруйних речовин до атмосфери, але до повної інтеграції пройде ще не один десяток років. Проте процес деструкції не такий швидкий та може тривати роки, але якщо підвищити концентрацію бактерій на певній ділянці полімеру та підтримувати оптимальну температуру, то процес може займати місяці, тижні, а може й години.

Кочетов Я.В., Войтенко Л.В.

**РОЛЬ ДО ВОДИ В БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ВИРОБНИЦТВА МІКРОБНИХ
ПРЕПАРАТІВ**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 17, м. Київ, 03041, Україна
e-mail:kochetovyatoslav@ukr.net*

Вода є основою життя і без її участі майже не обходиться жоден процес, особливо якщо мова йдеться про біотехнологічне виробництво, так як вода є основним компонентом майже всіх біотехнологічних процесів. Під час проведення дрібномасштабних лабораторних досліджень можна легко визначити та забезпечити специфічні потреби будь-якого мікроорганізму для оптимального розмноження, а потім з достатнім рівнем наближення екстраполювати на виробничий рівень. Проте при наступних етапах масштабування дослідження може виникнути ситуація що не вдасться досягнути тих результатів, які одержано в лабораторних умовах. Одна із основних причин, проблема під час точного відтворення культивування, включаючи склад води для рідких середовищ.

Слід відмітити, що технологічні схеми та загальні умови біотехнологічних виробництв мікробних препаратів базуються на спільних принципах, які по факту принципово не змінилися з середини минулого ХХ ст. Суттєво змінилися форми самих мікроорганізмів, удосконалюється технічне обладнання, методи контролю за синтезом, технологічні схеми очищення та виділення кінцевого продукту тощо. Але набір технологічних прийомів та загальні схеми синтезу не відчували принципових змін. Це пов'язано, напевне, з тим, що кардинально поміняти принципи організації матерії на рівні мікроорганізмів неможливо. Зокрема, всі технології потребують середовища, що містить воду, бо це обов'язковий компонент для розмноження мікроорганізмів та функціонування клітини.

Приготування живильних середовищ для мікробних біотехнологічних процесів, як правило, розглядається як мало важлива частина загальної технології, хоча фактично воно є наріжним каменем, який забезпечує успішність наступних етапів. Середовище, склад якого не відповідає оптимальним умовам культивування, може викликати пригнічення процесу росту біомаси, і, таким чином, значно знизити вихід цільового продукту мікробного синтезу.

Друга область застосування води у мікробних синтезах – технологічна. Більшість процесів мікробного синтезу чутливі до змін температури і потребують обладнання, де є система теплообміну. Останній забезпечується за допомогою труб з охолоджуючим чи нагрівальним агентом, які утворюють так звану «сорочку» реактору. Інколи ця система розташована безпосередньо у порожнині ферментатору. Теплоносієм у системах теплообміну є вода. Вимоги до неї встановлюються, виходячи із того, що вона не повинна викликати вихід із ладу системи теплообміну. Перш за все, це мінімальна твердість води, яка важлива внаслідок того, що при високій твердості відбувається відкладання накипу всередині системи теплообміну аж до прориву труб. При цьому значно збільшуються енергетичні витрати на підігрів ферментатору, так як вода повинна спочатку прогріти шар накипу, що має низьку теплопровідність, і лише потім тепло буде через металеву стінку надходити безпосередньо до реакційного середовища.

Ще одна особливість водопровідної води, яку найчастіше використовують для приготування рідких живильних середовищ, - наявність специфічних домішок, які можуть впливати на процеси мікробного синтезу. Наприклад, присутність залишкового активного хлору, який додають для дезінфекції води, пригнічує ріст мікроорганізмів. Наявність домішок заліза, марганцю, різних форм мінерального азоту можуть спотворити хід ферментних процесів, викликаючи як їхнє пригнічення, так і протікання побічних небажаних процесів (наприклад, денітрифікації, амоніфікації тощо).

Отже, можна сміливо зробити висновок що приготування живильного середовища для вирощування мікробної маси є важливим технологічним елементом у біотехнологічних виробництвах. Питанню складу та властивостей води, яка використовується для цього, приділяється мало уваги. Як правило, рецептури живильних середовищ вказують, що вода повинна мати якість водопровідної. При цьому не приймається до уваги, що вода централізованого і децентралізованих джерел водопостачання в Україні має дуже різні показники складу та властивостей, які мають принципове значення для успішного росту мікробної маси.

Новожилова Є. Е., Бойко О. А.

**СКРИНІНГ КУЛЬТУР КСИЛОТРОФНИХ БАЗИДИОМЦЕТІВ – ПРОДУЦЕНТІВ
ФІЗІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК**

*Національний університет біоресурсів та природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 030401, Україна*

Актуальність. Гриби (*Fungi, mycota*) - особлива форма життя, царство живої природи, що об'єднує еукаріотичні організми, що поєднують в собі деякі ознаки, як рослин, так і тварин. Базидіоміцети (*Basidiomycota*) - відділ з царства грибів, що включає види, що виробляють спори в булавоподібних структурах, що іменуються базидіями[1]. Вирощування грибів біотехнологічними методами є актуальним, тому що фізіологічно активні сполуки, отримані з ксилотрофних базидіоміцетів є перспективним матеріалом для вивчення та створення на їх основі різних препаратів.

Мета роботи: вивчення властивостей базидіальних грибів, продуцентів фізіологічно активних сполук і створення на їх основі препаратів різного призначення.

Матеріали і методи дослідження. Матеріалом для дослідів слугували гриби шиїтаке (*Lentinus edodus*), відрізки деревини (дуб), субстрат на основі злакових культур (пшениця). Для вирощування грибів шиїтаке використовували методи екстенсивний та інтенсивний[2]. Посіяли міцелій, попередньо піддали субстрат термічній обробці. Мішки з міцелієм і субстратом встановили в приміщенні з температурою повітря 24-26 °С і вологістю 80-85% . У період інкубації підтримували температуру в межах 20-30 °С. Вологість в цей період не регулюється, вентиляція приміщення не проводиться, освітлення теж не потрібно. Для ініціації плодоношення шиїтаке субстратні блоки виймали з поліетиленових мішків і помістили на 3 доби в холодну воду. Далі субстратні блоки розмістили в приміщенні для подальшого плодоношення. В цей період вологість в приміщенні була на рівні 85-90%, а температура в межах 20 °С. Приміщення було освітленим і провітрюваним.

Результати і обговорення. Період інкубації тривав до 60 днів. Через 14 днів після ініціації плодоношення з'являються зачатки грибів, а ще через 7-14 днів - сформувалися гриби. Шиїтаке плодоносить хвилями. Сировиною для приготування лікарських засобів є вирощені плодові тіла, а також міцелій і культуральна рідина, що утворилися при штучному культивуванні грибів. Препарати, створювані з лікарських грибів, являють собою спиртові та масляні витяжки та їх похідні.

Висновки. Щоб отримувати якісні лікарські препарати необхідно дотримуватися методику їх переробки для збереження всіх лікарських властивостей гриба. Найбільш ефективним способом вирощування дереворуйнівних грибів є інтенсивний метод, тому що при екстенсивному для вирощування грибів потрібно 6-8 місяців. При інтенсивному методі гриби можна вирощувати цілий рік в спеціально обладнаних приміщеннях з регульованими умовами мікроклімату.

Список літератури:

1. Вассер С.П. Биологические особенности лекарственных макромицетов в культуре: Сборник научных трудов в двух томах. Т. 1 / под ред. чл.-корр. НАН Украины С.П.Вассера. – Киев: Альтерпрес, 2011. – с. 3-4; 62.
2. Грибное производство [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mkgs.ru/gribnoe-proizvodstvo.php>. (13.08.2014).

Синяк А.А., Богославець В.А.
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БАКТЕРІАЛЬНИХ ДОБРИВ У СІЛЬСЬКОМУ
ГОСПОДАРСТВІ

Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: alnsnk14@gmail.com

Аналізуючи дані наукових досліджень, статистики та моніторингу навколишнього природного середовища, можна стверджувати, що діяльність людини значно впливає на стан довкілля. У зв'язку з інтенсифікацією виробництва та внесення в ґрунт високих доз мінеральних добрив, пестицидів, засобів хімічного захисту рослин відбувається порушення природної мікрофлори ґрунту, забруднення повітря та ґрунтових вод у результаті евтрифікації водойм.

Задля збереження біосфери та власного здоров'я все більшого поширення набувають використання екологічно чистих, безпечних продуктів харчування. Звідси, зростає потреба у створенні альтернативних засобів живлення рослин, що не містять у своєму складі надмірної кількості синтетичних речовин.

Таким чином, у розвитку сільського господарства спостерігається тенденція переходу на біологічне землеробство, яке за своєю структурою є збалансованим поєднанням агротехнічних, агрохімічних, біологічних та інших методів. Разом з тим, воно не передбачає повну відмову від мінеральних добрив. Одним з найбільш актуальних застосувань біотехнології в даній області є виробництво різних видів бактеріальних добрив, які збагачують ризосферу рослин корисними мікроорганізмами.

Бактеріальні добрива – це мікробіологічні інокулянти, які не містять у своєму складі поживних речовин, але мають вагомe значення у підтримці та активації живлення рослин. При попаданні в ґрунт, інокулянти забезпечують посилення біохімічних процесів, що сприяє більш інтенсивному надходженню елементів живлення до рослин (наприклад таких, як азот, калій чи фосфор, що потрапляють до рослини у легко засвоюваній для неї формі при використанні біодобрив).

Природна мікрофлора ґрунту характеризується наявністю різних корисних для нього бактерій та грибів. Наявні мікроорганізми мають великий вплив на родючість ґрунту, і відповідно, на урожайність сільськогосподарських культур.

Найбільшого значення серед основних елементів живлення рослин має азот. Він широко розповсюджений у атмосфері повітря (складає 78%), однак така його форма не є доступною для поглинання рослинами. До азотфіксації здатні лише прокаріоти — організми, які не мають сформованого ядра, ферментативні системи яких можуть відновлювати азот до різноманітних сполук. Процес фіксації молекулярного азоту здійснюється представниками певних родів ґрунтових мікроорганізмів (Коць С. Я. та ін., 2010).

Бактеріальні добрива на основі вільноживучих азотфіксуючих бактерій роду *Azotobacter* збагачують ґрунт не тільки молекулярним азотом, а й володіють здатністю виділяти вітаміни (тіамін, рибофлавін) та фітогармони, такі як індолілоцтова кислота, цитокініни, гібереліни (Sahoo R. et al., 2013).

У більшості агросистем широкого поширення в збагаченні ґрунту азотом набули бактеріальні препарати симбіотичних бульбочкових бактерій родів *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, які фіксують молекулярний азот у симбіозі з бобовими рослинами (Лусу М., 2004).

Вченими встановлено, що кількість фіксованого азоту у бобових в залежності від виду рослини коливається від 40 до 300 кг/га за сезон, причому багаторічні кормові культури забезпечують більш інтенсивну фіксацію азоту. Бобові (соя, горох, квасоля і ін.) забезпечують 25-35% світового виробництва білка. Аналізуючи дані українських статей та наукових досліджень можна стверджувати, що задля вирішення проблеми забезпечення харчового та кормового білка і відновлення колишньої родючості українських ґрунтів

можливе за розширення площ посівів бобових культур. Разом з тим, в порівнянні із розвиненими країнами, Україна має низький відсоток обсягів виробництва препаратів на основі азотфіксуючих мікроорганізмів, який становить 30-35% (Моргун В.В., Коць С. Я., 2018).

Здатність фіксувати молекулярний азот притаманний також мікроорганізмам, що селяться на корінні небобових рослин (асоціативні мікроорганізми). До таких відносять бактерії роду *Azospirillum*, які мають здатність діяти не лише за сприятливих умов (нормальні значення температури і тиску, нейтральне значення рН водного розчину), але й в умовах підвищеної вологості. Інокуляція рослин бактеріальними добривами, що містять культуру роду *Azospirillum*, сприяє розвитку кореневої системи, тим самим збільшуючи площу поглинання поживних речовин. Це дає змогу покращити водний обмін рослини, що сприяє росту та розвитку (Puas N., Vano A. et al., 2012).

Крім азотфіксуючих мікроорганізмів, для гарного функціонування та росту сільськогосподарських культур, у виробництві бактеріальних добрив використовують фосфатмобілізуючі бактерії. Ці організми здатні перетворювати важкодоступні для рослини солі ортофосфатної кислоти та органічні сполуки фосфору. Основними представниками є бактерії родів: *Acinetobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas* тощо, гриби *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria* та деякі актиноміцети і дріжджі.

Основними формами бактеріальних добрив є: рідкі препарати, що містять культуральну рідину з бактерій та їх метаболітів, напіврідкі (суспензійні препарати, препарати зі згущувачами – гельна форма препаратів), сипучі та гранульовані. Поширеними видами засобів живлення є вологий торф'яний порошок, рідкий інокулянт, добрива на твердих носіях (вермікуліт спучений, торф та лігнін), гранульовані препарати, що виготовляються на основі глинистих мінералів, низки пористих і дисперсних, а також деяких органічних матеріалів.

Найбільшими виробниками бактеріальних добрив в Україні є Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (м. Чернігів), Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного (м. Київ), Інститут фізіології рослин і генетики НАН України (м. Київ), Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ).

Отже, виробництво бактеріальних добрив є преспективною альтернативою мінеральним добривам. Поширюючи використання мікробіологічних інокулянтів у веденні сільського господарства, можна досягти покращення стану навколишнього середовища та відновлення природньої мікрофлори ґрунту задля урегулювання та поліпшення фізіологічних процесів у рослин.

Бондаренко К.А.

**ЗАСТОСУВАННЯ ЯДЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У КУЛЬТИВУВАННІ РОСЛИН.
ПОЄДНАННЯ СУЧАСНОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА РАДІОБІОЛОГІЇ.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: kamila.bondarenko007@gmail.com*

До повномасштабного розвитку та залучення біотехнології у вирощуванні рослинної продукції, вчені намагалися поліпшити умови культивування рослини з використанням гамма-випромінювання, і завдяки таким експериментам була отримана велика кількість незвичайних культур, які вирощуються досі.

Після Другої світової війни багато вчених намагалися знайти мирне застосування для атомної енергії. Однією з ідей було опромінення рослин для створення безлічі мутацій, завдяки яким можуть з'явитися екземпляри, стійкі до хвороб або мають незвичайне забарвлення. Ці експерименти проводилися в спеціальних гамма-садах на базі національних лабораторій в США, Європі та СРСР.

У селекції рослин помітний успіх був отриманий на прикладі коров'ячого гороху (*Vigna unguiculata*) з стійкістю до ураження вірусами та до гниття кореневої системи у поєднанні з раннім терміном дозрівання та вищим урожаєм.

Крім створення ідеальних рослин, вчені також вважали, що атомне землеробство дозволить побороти голод і запобігти новій війні, але з появою ГМО цей підхід відійшов на другий план.

Деякі з найбільш інноваційних способів вдосконалення сільськогосподарської практики включають ядерні технології. Використання ізотопів або радіаційних методів у сільському господарстві дозволяє контролювати шкідників та хвороби, збільшувати рослинництво, захищати земельні та водні ресурси та забезпечувати безпеку харчових продуктів.

ФАО та Міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ) більше 50 років розширюють знання та розширюють потенціал у цій галузі, а нещодавно зміцнили це партнерство, створивши Спільний центр ядерних методів харчової та сільського господарства ФАО / МАГАТЕ.

Спільне партнерство ФАО та МАГАТЕ у напрямку вдосконалення селекції рослин та генетики базуються на основі ядерної технології, яка використовується в селекції сільськогосподарських культур, може виробити вдосконалені сорти, які краще адаптуються до кліматичних змін та допоможуть вразливим країнам забезпечити свою продовольчу та харчову безпеку.

Насіння можна опромінювати гамма-променями, рентгенівськими променями, іонними або електронними пучками для ініціювання генетичних змін. Це збільшення різноманітності дозволяє розширити вибір генетики для методів культивування. Отримані сорти сільськогосподарських культур можуть мати поліпшену врожайність та якість, стійкість до посухи, спеки чи повені, кращу стійкість до шкідників та хвороб або коротший цикл росту.

Ядерні та пов'язані з ними технології забезпечують конкурентоспроможну Спільну програму ФАО / МАГАТЕ та часто унікальні рішення, які допомагають боротися з голодом, поліпшення екологічної стійкості та забезпечити безпеку та автентичність харчових продуктів, тим самим сприяючи до національних, регіональних та глобальних досягнень 2030 року порядку денного для сталого розвитку.

Список літератури:

1. Аипова Р., Абдыкадырова А.Б., Курманбаев А.А. Биологические препараты в органическом земледелии. Биотехнология и селекция растений. 2019;2(4):36-41.

2. Славова Т.В. Сільськогосподарська радіоекологія в Україні: історичні витоки, становлення, розвиток / Т.В. Славова, В.А. Вергунов, В.П. Славов. — Житомир: ЖДУ, 2014. — 226 с.
3. Nuclear techniques in agriculture Technical co-operation projects supported by UNDP in Asia and the Pacific Region are yielding important results by L. LaChance, J. Aslam, and C. Langer/ IAEA BULLETIN, 3/1990
4. IAEA BULLETIN /In action - Nuclear applications in agriculture. On-the-ground success, Part IV. 2018. Rome, Italy.

СЕКЦІЯ 3

ЕКОЛОГІЧНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ

УДК 633.85: 581.1

Бузіашвілі А.Ю.¹, Л. О. Білявська², Г.О. Іутинська², Ємець А.І.¹
АНАЛІЗ ДІЇ АВЕРМЕКТИН-ВМІСНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПРОРОСТКИ ТОМАТІВ

¹ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»,
вул. Осиповського 2А, м. Київ, 04123, Україна.

²Інститут мікробіології та вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України,
вул. Академіка Заболотного, 154, м. Київ, 03143, Україна.

e-mail: buziashvili.an@gmail.com

За останні десятиріччя в результаті глобальних змін клімату все більш поширеним стає стресовий вплив біотичних та абіотичних факторів навколишнього середовища на цінні сільськогосподарські культури. У результаті впливу стресових факторів, таких як засолення ґрунтів, посуха, підвищені температури, вплив фітопатогенів та шкідників, об'єми врожаю цінних сільськогосподарських культур можуть зменшуватись на 30-80% (Ali et al., 2014; McDonald et al., 2016).

Томат (*Lycopersicon esculentum* Mill.) є цінною овочевою культурою, яку вирощують та споживають у великих об'ємах в Україні та у світі (Мазоренко та Мазнев, 2009). Отже, надзвичайно важливою є розробка нових екологічно безпечних методів захисту рослин за використання біотехнологічних підходів, а саме, фітостимуляторів мікробного походження Аверком та Аверком Нова. Завдяки ряду переваг гідропонних систем, таких як можливість контролю мінерального живлення рослин, неінвазивного контролю стану кореневої системи, гідропоніку широко використовують у біотехнологічних дослідженнях, наприклад, для визначення механізмів кореневого мінерального живлення, впливу важких металів та різних типів абіотичного стресу на ріст та розвиток рослин, тощо (Torabi et al., 2012). Саме тому в даній роботі було досліджено вплив препаратів Аверком та Аверком Нова на вміст хлорофілів у проростках томатів сортів Money Maker та Лагідний, вирощених на гідропонії.

Вирощування томатів сортів Money Maker та Лагідний проводили відповідно до методики, описаної у (Tsygankova et al., 2018), із незначними змінами. Насіння томатів стерилізували за методикою, описаною у (Buziashvili et al., 2020), та висаджували у стерильні пластикові кювети ємністю 0,5 л, заповнені стерильним перлітом. Перед висадженням насіння перліт зволожували 200 мл розчину Хогланда (Hoagland and Arnon, 1950) (505 мг/л KNO₃, 590 мг/л Ca(NO₃)₂ x 4H₂O, 8.35 мг/л FeSO₄ x 7H₂O, 493 мг/л MgSO₄ x 7 H₂O, 80 мг/л NH₄NO₃, 2.86 мг/л H₃BO₃, 1.81 мг/л MnCl₂ x 4H₂O, 0.22 мг/л ZnSO₄ x 7H₂O, 0.051 мг/л CuSO₄ x 5H₂O, 0.12 мг/л Na₂MoO₄ x 2H₂O, 68 мг/л KH₂PO₄ (рН 6)) без додавання біостимуляторів (контроль) та з додаванням препаратів Аверком та Аверком Нова у концентрації 25, 50, 75 та 100 мкл/л.

Концентрацію хлорофілів вимірювали за використання методики, описаної у (Tsygankova et al., 2018), із незначними змінами. Для цього 500 мг рослинних тканин гомогенізували у ступці за допомогою пестика, до гомогенізату додавали 1 мл охолодженого етанолу (96%) та 0.1 г CaCO₃ для нейтралізації рослинних кислот. Гомогенат переносили у центрифужні пробірки об'ємом 1.5 мл та осаджували протягом 5 хв при 10 000 об/хв при +4°C. Супернатант відбирали у чисті пробірки та аналізували за допомогою спектрофотометра. Оптичну щільність хлорофілів вимірювали при 664,2 нм та 648,6 нм; як контроль використовували 96% етанол. Екстинкцію та концентрацію хлорофілів визначали за формулами:

$$C_{\text{хл а} + \text{хл в}} = 5,24 * A_{664,2} + 22,4 * A_{648,6}$$

$$A = (C_{\text{хл а} + \text{хл в}} * V) / 1000 * a,$$

C – екстинкція пігментів, V – об'єм екстракту, а – маса зразка (Lichtenhaler, 1987).

За описаною методикою нами було визначено концентрацію хлорофілів у 10- та 14-добових проростках томатів сортів Лагідний та Money Maker. Даний показник був найвищим при застосуванні Аверкому і Аверкому Нова у концентрації 25 мкл/л. Після 10 діб культивування у присутності препарату Аверком, концентрація хлорофілів у проростках томату сорту Лагідний становила 0.63 мкг/г від свіжої маси, у присутності стимулятора Аверком Нова – 0.952 мкг/г, в той час як концентрація хлорофілів у 10-добових контрольних рослинах становила 0.28 мкг/г. На 14 добу після висадження максимальний вміст хлорофілів був на рівні 0.92 мкг/г (у разі застосування Аверкому) та 1.52 мкг/г – для Аверком Нова. У контрольних зразках вміст хлорофілів становив 0.59 мкг/г.

У той же час у 10-добових проростків томату сорту Money Maker вміст хлорофілів був на рівні 0.2 мкг/г при культивуванні у присутності 25 мкл/л Аверкому та 0.7 мкг/г – у присутності 25 мкл/л Аверкому Нова. Вміст хлорофілів у проростках, вирощених у розчині Хогланда без додавання препаратів, був на рівні 0.32 мкг/г. На 14 добу культивування, концентрація хлорофілів у проростках томату сорту Money Maker становила 0.81 мкг/г при культивуванні у присутності препарату Аверком та 1.31 мкг/г при культивуванні із додаванням препарату Аверком Нова. Вміст хлорофілів у контрольних проростках, вирощених без додавання препаратів, був приблизно 0.54 мкг/л.

Отже, в даній роботі було виявлено підвищення вмісту хлорофілів у 10- та 14-добових проростках томатів сортів Money Maker та Лагідний, які культивували в умовах гідропоніки у присутності 2 мкл/л біостимуляторів Аверком та Аверком Нова. Такий ефект може бути пояснений вмістом цитокінінів у біостимуляторах (зокрема, ізопентиладеніну (428 нг/мл), зеатину (149 нг/мл) та зеатину-рибозиду (118 нг/мл) у сумарній концентрації більшій, ніж концентрація ауксину ІОК (217 нг/мл).

Так, у статті (Liu & Zhong, 2017) автори зазначають, що цитокініни відіграють важливу роль під час деетіоляції проростків *A. thaliana*, зокрема, у механізмах трансформації етіопластів у хлоропласти. Цитокініни впливають на зміну ультраструктури хлоропластів, а також, регулюють експресію генів, задіяних в біосинтезі хлорофілів та світлозбирального комплексу. У той же час, автори зазначають, що ауксини негативно регулюють вміст хлорофілів у тканинах проростків. В іншій роботі (Wang et al., 2019) було показано, що використання препаратів на основі симбіотичних стрептоміцетів підвищує не тільки інтенсивність росту та розвитку рослин в умовах абіотичного стресу, але й концентрацію хлорофілів у тканинах рослин.

Також відомі дослідження, в яких повідомляють про позитивні ефекти від використання хітозану для підвищення стійкості рослин до абіотичного стресу. У роботі (Hidangmayum et al., 2019) вказують, що хітозан підвищує стійкість рослин до стресу шляхом активування сигнальних каскадів відповіді на стрес, синтезу вторинних месенджерів, а також, шляхом підвищення вмісту хлорофілу. Крім того, є дослідження, в яких повідомляють, що сорти рослин, зокрема, кукурудзи, толерантні до посухи, мають більш високий вміст хлорофілів, ніж чутливі сорти (Khayatnezhad & Gholamin, 2011).

У нашій роботі було показано, що проростки томатів, які вирощували у присутності препаратів Аверком та Аверком Нова, мають більш високий вміст хлорофілів, ніж контрольні проростки. Крім того, при додаванні препарату Аверком Нова (що містить 0.01 мМ хітозану), проростки мають більш високий вміст хлорофілів, ніж ті, які вирощували у присутності Аверкому. Дані результати вказують на перспективність застосування даних фітостимуляторів для підвищення інтенсивності росту та розвитку проростків томатів, а також, для їх захисту від абіотичного стресу.

Парнікоза І.Ю.

УКРАЇНСЬКІ БІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В АНТАРКТИЦІ В 2021-23 РР.
*Державна установа Національний антарктичний науковий центр МОН України,
бульвар Шевченка, 16, Київ, Україна, 01601
Інститут молекулярної біології і генетики НАН України,
вул. Академіка Заболотного, 150, Київ, Україна, 03143
Національний історико-архітектурний музей «Київська фортеця»,
вул. Госпітальна, 24 а, Київ, Україна
ivan.parnikoza@uac.gov.ua*

Системні українські біологічні дослідження проводяться на станції «Академік Вернадський» починаючи з 3-ї Української антарктичної експедиції 1998/99 рр. Впродовж 2010-2020 рр. реалізовано низку біологічних досліджень в рамках Державної цільової програми досліджень в Антарктиці. В 2021 р. Державну цільову програму досліджень в Антарктиці було продовжено на 2021-23 рр. Згідно відредагованій програмі передбачено реалізацію наступних заходів та завдань:

Завдання 13. Вивчення походження, біорізноманіття та проведення моніторингу наземних екосистем Антарктики в умовах кліматичних змін. Згідно цьому завданню передбачено наступні заходи:

1) вивчення походження, поширення, різноманіття та адаптації компонентів наземних екосистем Антарктики (мікроорганізмів, складових рослинності та наземних безхребетних); Необхідно зазначити, що вся Антарктика є ще надзвичайно малодослідженою. Багато питань залишається щодо походження її флори і фауни. Отже антарктичні дослідження потребують спеціалістів по різним групам живих організмів для первинного окреслення їх видового складу та різноманіття.

2) вивчення реакцій антарктичних наземних екосистем на зміни клімату, екологічних зв'язків, ролі окремих компонентів та процесів у наземних екосистемах Антарктики; започаткування моніторингу тих з них, які можуть бути індикаторами кліматичних змін.

Необхідним є виокремлення тих складових антарктичних екосистем, які можуть слугувати індикаторами кліматичних змін, і налагодження постійного моніторингу їх стану.

3) дослідження впливу кліматичних змін на стан популяцій та гніздові ареали пінгвінів у підрайоні ККАМЛР 48.1.

Завдання 14. Вивчення біорізноманіття та моніторинг морських екосистем в умовах кліматичних змін. Згідно цьому завданню передбачено наступні заходи:

1) вивчення походження, поширення, різноманіття та адаптації компонентів морських екосистем (мікроорганізмів, морських безхребетних та хребетних тварин, а також патогенних та паразитичних організмів);

2) вивчення реакцій антарктичних морських екосистем на зміни клімату та їх ролі у балансі парникових газів, екологічних зв'язків, ролі окремих компонентів та процесів у морських екосистемах Антарктики;

Завдання 15. Вивчення корисних властивостей та біологічно активних речовин антарктичних організмів. Згідно цьому завданню передбачено наступні заходи:

1) проведення пошуку, визначення характеристик та депонування антарктичних мікроорганізмів - продуцентів біологічно активних речовин;

2) пошук та вивчення біологічних властивостей потенційних господарсько-цінних чи лікарських речовин з тваринних та рослинних організмів;

3) вивчення специфічних пристосувань мікроорганізмів, рослин та тварин, які мешкають в екстремальних умовах, з метою застосування відкритих у них генетичних, біохімічних та фізіологічних механізмів у промислових біотехнологіях.

В рамках цих завдань ведеться робота з антарктичними рослинами, тваринами та мікроорганізмами. Головним принципом такої роботи має бути розробка технологій культивування цікавого організму для запобігання його вилученню з дикої природи.

Завдання 16. Вивчення, прогнозування та мінімізація антропогенного впливу на наземні та морські екосистеми Антарктики. В рамках цього завдання перебачено один захід:

проведення моніторингу глобальних впливів на навколишнє природне середовище, розроблення та застосування природоохоронних заходів та документів для створення Антарктичного району, що особливо охороняється, відповідно до вимог Протоколу про охорону навколишнього середовища до Договору про Антарктику.

В рамках даного завдання відбувається, зокрема розробка плану управління Антарктичної особливо охоронюваної території «Аргентинські острови та район півострова Київ» площею близько 50 км². Створення такої території стане гідним внеском України в збереження надзвичайно вразливих екосистем Західного узбережжя Антарктичного півострова.

Важливим є також розвиток міжнародної співпраці українських вчених з іноземними колегами, а також участь наших вчених у міжнародних наукових конкурсах а одержання фінансування Наукового комітету з вивчення Антарктики (SCAR) та інших. Зокрема, в 2020 та 2021 р. два співробітника ДУ НАНЦ Євгенія Прекрасна та Марія Павловська отримали гранти СКАР на роботу в Університеті Оулу (Фінляндія) та Інституті морської біології Макса Планка в Бремені (Німеччина) відповідно.

Антарктичні біологічні дослідження потребують нових молодих людей, спеціалістів, ретельності і відповідальності. Все це не тільки сприятиме розвитку науки, але й дозволить підвищити імідж нашої держав, як повноцінного члена Антарктичного договору.

Мачуліна А.А., Бойко О. А.

**ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ ЖИВИЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ РОСТУ І РОЗВИТКУ
МІЦЕЛІЮ *CALVATIA GIGANTEA* (BATSCH) LLOYD**

*Національний університет біоресурсів та природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 030401, Україна*

В даний час гриби все частіше привертають увагу як джерела нових біологічно активних речовин. Спектр їх застосування досить широкий, особливо в медицині, де лікарські гриби виступають в якості продуцентів речовин з антибіотичною активністю, імуномодуляторів та протипухлинних (в тому числі і антиканцерогенних), антидіабетичних засобів, антиоксидантів, сорбентів важких металів. [1; 2]. Дослідження властивостей грибів вимагає створення оптимальних умов для культивування їх *in vitro*. В даному дослідженні було проведено підбір щільних живильних середовищ, на основі результатів якого дана характеристика зростання на них гриба – головача гігантського (*Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd). Лікарські властивості цього гриба пояснюються наявністю в його плодовому тілі і спорах кальвацієвої кислоти і антибіотика, вперше виділеного в 60-х роках ХХ ст., що отримав назву кальвацин.

В дослідженні були використані два органічних середовищ (картопляно - глюкозний і вівсяний агар), на яких *C. gigantea* культивували при трьох температурних режимах - 4° С, 20-22° С і 26-28° С. Було встановлено, що оптимальні умови зростання склалися при культивуванні на картопляно-глюкозного агарі (КГА) при температурі 20-22° С. Перші ознаки зростання міцелію спостерігались на 4-у добу.

Середня радіальна швидкість росту міцелію при 20-22° С на КГА дорівнювала 1,5 мм / добу, на вівсяному агарі вона була менше в 5; при 27-29° С середня радіальна швидкість росту міцелію на КГА досягала 1,08 мм / добу, в той час як на вівсяному агарі значення цього показника було менше в 10 раз відповідно. Примітно, що на вівсяному агарі утворювався повітряний міцелій, в той час як на інших середовищах міцелій розвивався як субстратний. Виходячи з отриманих результатів, в подальшому в якості живильного середовища використовувався картопляно-глюкозний агар і підтримувався температурний режим 20-22° С.

Оліфер Б.О., Бойко О. А.

**БІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА *GANODERMA APPLANATUM* (PERS.) PAT. ТА
ВИКОРИСТАННЯ ЙОГО В БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ**

*Національний університет біоресурсів та природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 030401, Україна*

Одним з пріоритетних напрямків розвитку біотехнології є розробка технологій з використанням базидієвих грибів для отримання біологічно активних сполук. Завдяки дослідженням останніх десятиліть, стало відомо, що базидієві гриби є продуцентами цілого ряду біологічно активних речовин: білків, ліпідів, полісахаридів, органічних кислот, ферментів, вітамінів і ін. Багато з цих сполук є фармакологічно активними і, в порівнянні з продуктами хімічної синтезу, менш токсичні і більш ефективні при застосуванні в медичній практиці [1, 2]. Макроміцети – це гриби з макроскопічними плодовими тілами, їх використовують як цінний харчовий продукт та як джерело одержання природних фармакологічних речовин з протипухлинними, імуномодельючими, протизапальними, антимікробними, антидіабетичними та іншими лікувальними властивостями.

Метою роботи було вивчення біологічних особливостей і біохімічного складу міцелію і плодових тіл *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. і розробка умов культивування міцелію.

Культурально-морфологічні ознаки досліджуваних штамів вивчали на різних щільних живних середовищах (Сусло-агар, Картопляно-глюкозний агар). Обстеження проводили протягом усього терміну спостереження за такими показниками: діаметр розростання колоній, текстура і форма колоній, пігментація міцелію, щільність і висота повітряного міцелію, добова лінійна швидкість росту, ростовий коефіцієнт.

В результаті досліджень *in vitro* встановлено культурально-морфологічні ознаки і особливості росту *Ganoderma applanatum*. Культура повільно зростала при 25-30° С. Оптимальним рН для росту є 5,5-6,5.

Манжура О.А., Патица М.В.

ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ ШТАМІВ СИМБІОТИЧНИХ ДІАЗОТРОФІВ *BRADYRHZIZOBIUM JAPONICUM* В УМОВАХ IN VITRO

Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

e-mail: aleksandr.rnr@gmail.com

Одним із засобів підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь без шкоди для довкілля може бути збагачення кореневої зони рослин штамми мікроорганізмів, які відібрані за високою активністю корисних для рослин властивостей. Вже накопичено значний експериментальний матеріал щодо їх позитивного впливу на продуктивність рослин і якість одержаної продукції (Патица та ін., 1993; Тихонович, 1997; Lugtenberg, 2000). У надземну частину рослини-господаря надходить до 90% фіксованого бактероїдами азоту. Цим підтримується на високому рівні процес фотосинтезу, інтенсивність якого залежить від забезпечення азотом (Патица М.В., 2003).

Bradyrhizobium japonicum – грамнегативна паличкоподібна, азотфіксуюча бактерія, яка розвиває симбіоз із рослиною сої *Glycine max. B. japonicum* належить до сімейства *Rhizobiaceae*, до складу якого входять інші азотфіксуючі бактерії, що розвивають симбіоз із бобовими рослинами. (D. Westenberg, 2008). Як і інші види роду *Bradyrhizobium* повільно росте в культурі і підлужнює середовище без сироватки. З 2002 року існує послідовність генома *Bradyrhizobium japonicum*. Розмір генома становить 9105828 пар основ, зміст GC послідовностей близько 64,1%.

Bradyrhizobium japonicum здатна розкласти катехін з утворенням флороглюцинової кислоти, яка потім декарбоксилюється з утворенням флороглюцину, який дегідроксилюється до резорцину. Резорцин в свою чергу гідроксилюється з утворенням гідроксіхінола.

Ця бактерія часто використовується як модельний організм для вивчення ферментів дихання. *B. japonicum* штаму USDA 110, який був вперше виділений з конкрецій врожаю сої в штаті Флорида, США, в 1957 році, широко використовується для досліджень в галузі молекулярної генетики, фізіології, екології. Це пов'язано з тим, що штам *B. japonicum* USDA110 має більш високий рівень азотфіксації, ніж інші штамми. (Т. Kaneko, Y. Nakamura, 2002).

Так, оптимізація ростової активності цих бактерій в умовах in vitro обумовлюється необхідністю отримання технологічних у виготовленні і застосуванні біопрепаратів з високим титром клітин, які б зберігали свою життєздатність і функціональну активність максимально довгий час (Stephens J. H. G., Rask H. M., 2000). Забезпечити високу ростову й функціональну активність, а також ефективність застосування азотфіксувальних бактерій можливо за рахунок регулювання впливу абіотичних чинників, зокрема, шляхом підбору оптимальних поживних середовищ і стабілізації їх фізико-хімічних властивостей за рахунок добавок (Курдиш І. К., 2011; Xiaomei J., 2015). Це є необхідним для удосконалення мікробних інокулянтів з метою підвищення їх технологічності й ефективності при застосуванні у сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур.

Скалецький О.В., Заболотна І.В., Гіптенко Н.М., Бородай В.В., Олійник О.О.
ОСОБЛИВОСТІ ВВЕДЕННЯ В КУЛЬТУРУ IN VITRO РОСИЧКИ КРУГЛОЛИСТОЇ
(DROSERA ROTUNDIFOLIA L.)

Національний університет біоресурсів та природокористування України
вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03141, Україна
e-mail: miniman777333@gmail.com

Росичка круглолиста (*Drosera rotundifolia* L.) — багаторічна трав'яниста комахоїдна рослина родини Росичкових (*Droseraceae*). Поширена в північній частині України на торф'яних болотах. Росичка круглолиста містить в собі широкий спектр каротиноїдів, ароматичних кислот, нафтохінонів та антоціанів, а також інші фармакологічно корисні речовини. Настої трави мухоловки виявляють спазмолітичну, антибактеріальну, знеболювальну, відхаркувальну, потогінну, сечогінну та седативну дію. В експерименті водний та етанольний екстракти виявили протизапальну, протисудомну дію. Проблема отримання якісного посівного матеріалу нових сортів *Drosera rotundifolia* L. є досить актуальною в сучасному садівництві.

Регенераційна здатність ізольованих тканин росички круглолистої досить висока, але залежить від складу живильного середовища, специфіки материнських культур та концентрації регуляторів росту.

Метою нашої роботи було вивчення особливостей введення в культуру in vitro росички круглолистої.

Вирішення встановленої мети ми виконали в декілька етапів:

- 1) Підбір експлантату
- 2) Встановлення оптимального режиму стерилізації рослинного матеріалу
- 3) Підбір складу живильного середовища для одержання асептичних проростків

Для введення в культуру використовували насіння рослин, вирощених в умовах відкритого ґрунту, експлантатом було насіння та молоді рослини, що проростають з вусиків.

В процесі досліджень було використано 3 варіанта стерилізації:

- 70 % етанол + білизна – експозиція 15хв.
- 70 % розчин етанолу + 0,1 % розчин сулеми – експозиція 15хв.
- 70 % розчин етанолу + 1 % розчин нітрату срібла – експозиція 10хв.

При підрахунку ефективності стерилізації було виявлено, що найбільш ефективною системою стерилізації є 70 % розчин етанолу з експозицією 30с. та 0,1 % розчин сулеми(15хв.), відмивання тричі по 10 хв. в стерильній дистильованій воді, що дозволило отримати максимальну кількість стерильних, морфогенноактивних експлантатів *Drosera rotundifolia* L.

Основним середовищем для формування і розмноження було середовище Мурасіге-Скуга:

Компоненти	Вміст
Макроелементи МС	50 мл/л
Мікроелементи МС	0,5 мл/л
Fe-хелат	5 мл/л
Вітаміни	1 мл/л
Сахароза	20 мл/л
Агар	0,7%
рН середовища 5,6 – 5,8	

За підбраної системи ефективність стерилізації становила 94,6%. Експлантати культивували при інтенсивності освітлення 3-5тис. лк та температурі +22-25°C. Через 2-3 тижні спостерігали утворення бокових пагонів та листових пластин.

Головата Д.Ю., Бойко О. А.

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВІДХОДІВ СУБСТРАТУ ГЛИВИ ТА ШІІТАКЕ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ПЕЧЕРИЦІ ДВОСПОРОВОЇ *AGARICUS BISPORUS* (J. LANGE) IMBACH.

*Національний університет біоресурсів та природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 030401, Україна*

Вступ. Печериці можна успішно вирощувати на субстраті, приготованому з відходів сільськогосподарського виробництва та переробної промисловості. При цьому отримують великий вихід продукції високої поживної цінності. Короткий цикл зростання і розвитку печериці дозволяє мати в кожному культиваційних приміщенні від 4 до 6,5 обороту культури в рік. Вирощування печериць - безвідходне виробництво. Використаний для грибів субстрат являє собою високоцінне органічне добриво для багатьох культур відкритого і захищеного ґрунту.[1]

Актуальність: У багатьох країнах світу печериці *Agaricus bisporus* (J. Lange) Imbach вирощуються на комерційній основі, загальна маса вирощеного продукту складає близько 4 млн. тон. Промислове вирощування такої кількості призводить до значного використання субстрату, об'єм якого можна знизити, застосовуючи вже використаний для вирощування інших грибних культур субстрат. Вирощування печериць на відходах субстрату гливи та шіітаке є екологічнішим та значно більш економічно вигідним для виробництва.

Мета роботи: вивчення та систематизація біотехнологічних основ застосування відходів субстрату та гливи та шіітаке для вирощування печериці двоспорової *Agaricus bisporus* (J.Lange) Imbach.

Об'єкт дослідження – культура печериця двоспоровова *Agaricus bisporus* (J.Lange) Imbach.

Матеріали і методи дослідження. Матеріалом дослідів слугувала Печериця двоспорова *Agaricus bisporus* (J.Lange) Imbach., що відноситься до класу базидіальних грибів (Basidiomycetes), порядку агарикових (*Agaricales*), сімейству агарикових (*Agaricaceae*), роду печериця (*Agaricus*), який в природних умовах налічує понад 60 видів. Більшість видів роду *Agaricus* відноситься до сарофітних грибів, тобто вони ростуть на перепрілому гної, польовому і луговому перегної, на лісовій підстилці. Утворюють плодові тіла, що мають гладку, волокнисту або лускату поверхню капелюшка, білого або білуватого кольору, рідше темну, розмір капелюшка від 2 до 10 см і більше. Для вирощування використовувались відходи субстрату гливи та шіітаке. Міцелій печериці синтезує і виділяє у ґрунт різні ферменти, які розкладають субстрат, тим самим готує до засвоєння грибом поживне середовище, оскільки всі необхідні речовини для росту та розвитку гриб отримує з органічного субстрату.[2]

Результати і обговорення. У роботі була проаналізована та доведена можливість повторного використання відходів субстрату грибів шіітаке та гливи для вирощування *Agaricus bisporus* при умові наявності достатнього температурного режиму та вологості. Результатом роботи є доведена можливість використання відходів субстрату гливи та шіітаке для вирощування печериці двоспорової. Теоретично може бути збільшена економічна ефективність та екологічність промислового вирощування печериць.

Висновки. Вирощування печериці двоспорової на відходах субстрату гливи та шіітаке мають важливе наукове та практичне значення для грибноцтва.

Шовкопляс А.С., Богославець В.А.
ОСОБЛИВОСТІ РЕГЕНЕРАЦІЇ РОСЛИН *SOLANUM MELONGENA* L.
В КУЛЬТУРИ *IN VITRO*

Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м.Київ, 03041, Україна
e-mail: shovkoplyasnastia29@gmail.com

Solanum melongena L. – трав'яниста рослина, яка належить до родини пасльонових, походить із тропіків Азії (Східна Індія). В Україні адаптований та промислово вирощується у Миколаївській, Херсонській, Одеській, Черкаській, областях. При вирощуванні основною проблемою залишається ураження різними патогенними мікроорганізмами, такими як віруси, гриби, бактерії, нематоди. Одним із найефективніших методів боротьби, спричиненими хворобами та шкідниками є біотехнологічне отримання стійких сортів (*Pratap et al, 2011*).

Метою дослідження було встановлення особливостей регенерації *in vitro* баклажанів сорту Марципан.

Насіння промивали під проточною водопровідною водою протягом 20 хвилин. Поверхневу стерилізацію проводили в камері під ламінарним потоком повітря. Далі насіння обробляли 0,1 % розчином хлориду ртуті ($HgCl_2$) протягом 30 секунд, потім його 3 рази промили дистильованою водою, щоб звільнити від залишків $HgCl_2$. Насіння сорту Марципан культивували на живильному середовищі МС без регуляторів росту, температура $26 \pm 2^\circ C$ з фотоперіодом 16/8 годин.

Експлантами слугували листові пластинки $0,40-0,50 \text{ см}^2$ та сегменти стебла. Культивування експлантів проводили на живильному середовищі МС з двома різними концентраціями та комбінаціями НОК (0,5 мг/л та 1 мг/л) та трьома різними концентраціями 6-БАП за температури $26^\circ C$ в темряві протягом 3 тижнів. Потім їх перенесли на світло і далі вирощували за освітлення 3 - 4 клк, відносної вологості повітря 70 % і 16-годинного фотоперіоду ще протягом 2 тижнів. Частоту індукції калюсогенезу визначали як відношення числа експлантів, що утворили калюс, до початкової кількості експлантів (*Plana D, 2005*).

Пагони в міру їх розвитку перенесли на середовище МС з додаванням ІМК та 6-БАП (0,5-1 мг/л) для вкорінення. Вкорінені регенеранти пересаджували в стерильний пісок і вміщували у вологу камеру на 7-14 діб. Добре вкорінені рослини пересаджували у ґрунт. Цвітіння акліматизованих культур спостерігалось через 55-60 днів.

Встановлено, що найбільша кількість пагонів та найвищий відсоток регенерації спостерігалось з сегментів стебла, на середовищі МС доповненого 0,5 мг/л НОК, а найбільша кількість регенованих коренів спостерігалась при додаванні в середовище МС 1 мг/л ІМК.

Недужий К.О., Коломієць Ю.В.

МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ СОРТІВ МАЛИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВИХ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: zipergoy3@gmail.com*

Малина (*Rubus idaeus* L.) одна з найбільш важливих та перспективних кущових ягідних культур в Україні – насадження малини складають понад 5 тис. га. Ягоди вживають як у переробленому, так і в сирому вигляді, і з огляду на їх лікувальні властивості, завдяки великому вмісту антиоксидантів (*Seeram N.P., Adams L.S., 2006*), інтерес та зацікавленість до цієї культури зростає.

Традиційно більшу частину генотипів малини розмножують відсадками, кореневими пагонами чи живцюванням. Але успішне розмноження багато чим залежить від сприятливих погодних умов і потребує великих площ. До того ж багато високопродуктивних генотипів складно або повільно вкорінюються при традиційних методах виконання цього процесу. І коли з'являється необхідність у великих кількостях і швидко розмножити нові гібриди чи сорти для оцінки їх генетичних та економічних властивостей або для задоволення потреб у садивному матеріалі, загальноприйняті методи виявляються досить повільними у здійсненні і ненадійними (*Медведева Т.В., Тряпціна Н.В., 2016*). Одним із методів, який може забезпечити вирішення даних проблем, є мікроклональне розмноження в умовах *in vitro* за рахунок низки переваг перед традиційними.

Наші дослідження будуть спрямовані на вивчення особливостей мікроклонування та отримання асептичної культури сортів малини Полька та Діамантова. Малина Polka – це самий популярний сорт, який прославлений своєю врожайністю. Він дає до 12 т ягід на гектар з липня по жовтень, має стійкість до сірої гнилі, павутинного кліща та інших хвороб. Починає плодоносити в середині літа, і не припиняє до самих холодів. Перевагою сорту Діамантова це відсутність шипів на кущі, що забезпечує безпечний та значно швидший збір малини. Дуже висока врожайність сорту – до 8 кілограмів з куща, за дотриманням постійного поливу. Плід може досягати 6 г, висота куща не більше 140 см. Популярність цей сорт здобув завдяки здатності кілька місяців, при температурі +5 градусів, зберігати свій відмінний товарний вигляд. Нами були обрані саме ці сорти внаслідок їх крупноплідності, високої врожайності і можливості використання в присадибному господарстві.

В якості експлантатів при ініціюванні асептичної культури будемо використовувати зелені бруньки довжиною 1,0-1,5 см та етіюльовані кореневі пагони, стерилізуючих агентів – 5% перекис водню, гіпохлорит кальцію (хлорне вапно) 5 % і 70 % етиловий спирт. Експлантати культивують за 16-годинного світлової доби з температурою 24±1 °С. Тривалість пасажу – 25–30 діб. Рослини-регенеранти культивують на агаризованому живильному середовищі за прописом Скуга і Мурасіге з концентрацією хелату заліза збільшеною втричі і додаванням різних регуляторів росту. Для індукції морфогенезу будуть використані гібереліни: гіберелова кислота (ГК); цитокініни: 2-ізопентеніладенін (2-іп), тидіазурон (TDZ); 6-бензиламінопурін (6-БАП); ауксини: індоліл-3-масляна кислота (ІМК), 1-нафтилоцтова кислота (НОК); індол-3-оцтова кислота (ІОК).

За даними Медведевої Т.В. та ін. високу ефективність проявляють регулятори росту негормональної природи. Вони стимулюють укорінення рослин у 1,5-2 рази і збільшення коефіцієнту розмноження на 20-50%. Використання хлорфенілпередилсечовини (CPPU) викликає високу приживлюваність фрагментів бруньок при введенні в культуру *in vitro* за оптимальної концентрації 0,2-1 мг/л. Застосування у якості цитокініну CPPU при регенерації експлантатів пагонів малини викликає підвищення регенерації в 2-3 рази порівняно з TDZ (*Медведева Т.В., Тряпціна Н.В., 2016*)

Білоус К. С., Бойко О. А.

**ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ *AGARICUS BISPORUS* (J. LANGE) ІМБАХН ПРИ
ЗМІНІ БАЛАНСУ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ**

*Національний університет біоресурсів та природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 030401, Україна*

Вступ. Двоспоровий шампіньйон (*Agaricus bisporus*) – гетеротрофний сапрофітний гриб, належить до класу базидіальних грибів, росте на напівперепрілому гною, лісовій підстилці і використовує легкозасвоювані поживні речовини. У світовому грибовництві серед культивованих грибів шампіньйон займає перше місце. Нині його вирощують майже у всіх країнах світу.

Актуальність: У промислову культуру більш ніж у 70-ти країнах світу введено печерицю двоспорову. Печериці мають високу поживну цінність, багаті на амінокислоти, мінеральні речовини, вітаміни та жирні кислоти. Крім високої поживної цінності та лікувальних властивостей, перевага культивованих шампіньйонів і в тому, що їх можна вирощувати упродовж року, а це – екологічно чисте та безвідходне виробництво. Вивчення особливостей росту і розвитку *Agaricus bisporus* при зміні балансу джерела живлення може бути корисним для покращення його вирощування у виробничих масштабах.

Мета роботи: вивчення особливостей росту і розвитку *Agaricus bisporus* Імбах при зміні балансу джерела живлення.

Матеріали і методика досліджень. Технологічний процес вирощування печериці включає в себе 4 самостійні, але взаємопов'язані технології:

1. приготування субстрату (компосту);
2. приготування покривного матеріалу;
3. вирощування посадкового матеріалу - міцелію (грибниці);
4. вирощування культури.

Субстрати для культивування печериці називають компостами, а процес їх приготування - компостуванням або ферментацією. Існує 3 види компостів: натуральні, напівсинтетичні і синтетичні. Натуральні готують на основі кінського гною. Основою напівсинтетичних (містять до 20% кінського гною) і синтетичних (кінський гній взагалі відсутній) є солома злаків. До неї додають органічні матеріали і мінеральні добрива, які забезпечують суміші подібність за структурою і вмістом елементів до натурального субстрату. Метою підбору компонентів субстратів є досягнення в них оптимальної структури і вмісту елементів живлення. [1]

Результати і обговорення. Під час дослідження були підібрані різні варіанти вмісту джерел живлення для досягнення максимальної ефективності вирощування печериці двоспорової.

Висновки. Вивчення особливостей росту і розвитку *Agaricus bisporus* (J. Lange) Імбах при зміні балансу джерела живлення має важливе значення для покращення виробничого процесу.

Список літератури:

"Аграрний сектор України" (agroua.net) [Електронний ресурс]. – URL: <http://agroua.net/plant/catalog/cg-50/c-75/info/cag-230/>

Головата Д.Ю., Бойко О. А.

**БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВІДХОДІВ СУБСТРАТУ ГЛИВИ ТА ШІІТАКЕ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ПЕЧЕРИЦІ ДВОСПОРОВОЇ
AGARICUS BISPORUS (J. LANGE) IMBACH.**

*Національний університет біоресурсів та природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 030401, Україна
e-mail: dyg24@ukr.net*

Вступ. Печериці можна успішно вирощувати на субстраті, приготованому з відходів сільськогосподарського виробництва та переробної промисловості. При цьому отримують великий вихід продукції високої поживної цінності. Короткий цикл зростання і розвитку печериці дозволяє мати в кожному культивацийних приміщенні від 4 до 6,5 обороту культури в рік. Вирощування печериць - безвідходне виробництво. Використаний для грибів субстрат являє собою високоцінне органічне добриво для багатьох культур відкритого і захищеного ґрунту.[1]

Актуальність: У багатьох країнах світу печериці *Agaricus bisporus* (J. Lange) Imbach вирощуються на комерційній основі, загальна маса вирощеного продукту складає близько 4 млн. тон. Промислове вирощування такої кількості призводить до значного використання субстрату, об'єм якого можна знизити, застосовуючи вже використаний для вирощування інших грибних культур субстрат. Вирощування печериць на відходах субстрату гливи та шіітакє є екологічнішим та значно більш економічно вигідним для виробництва.

Мета роботи: вивчення та систематизація біотехнологічних основ застосування відходів субстрату та гливи та шіітакє для вирощування печериці двоспорової *Agaricus bisporus* (J. Lange) Imbach.

Об'єкт дослідження – культура печериця двоспоровова *Agaricus bisporus* (J. Lange) Imbach.

Матеріали і методи дослідження. Матеріалом дослідів слугувала Печериця двоспорова *Agaricus bisporus* (J.Lange) Imbach., що відноситься до класу базидіальних грибів (Basidiomycetes), порядку агарикових (*Agaricales*), сімейству агарикових (*Agaricaceae*), роду печериця (*Agaricus*), який в природних умовах налічує понад 60 видів. Більшість видів роду *Agaricus* відноситься до сарофітних грибів, тобто вони ростуть на перепрілому гної, польовому і луговому перегної, на лісовій підстилці. Утворюють плодові тіла, що мають гладку, волокнисту або лускату поверхню капелюшка, білого або білуватого кольору, рідше темну, розмір капелюшка від 2 до 10 см і більше. Для вирощування використовувались відходи субстрату гливи та шіітакє. Міцелій печериці синтезує і виділяє у ґрунт різні ферменти, які розкладають субстрат, тим самим готує до засвоєння грибом поживне середовище, оскільки всі необхідні речовини для росту та розвитку гриба отримує з органічного субстрату.[2]

Результати і обговорення. У роботі була проаналізована та доведена можливість повторного використання відходів субстрату грибів шіітакє та гливи для вирощування *Agaricus bisporus* при умові наявності достатнього температурного режиму та вологості. Результатом роботи є доведена можливість використання відходів субстрату гливи та шіітакє для вирощування печериці двоспорової. Теоретично може бути збільшена економічна ефективність та екологічність промислового вирощування печериць.

Висновки. Вирощування печериці двоспорової на відходах субстрату гливи та шіітакє мають важливе наукове та практичне значення для грибноцтва.

Грабар А.О., Олійник О.О., Бородай В.В.

**ОТРИМАННЯ АСЕПТИЧНИХ РОСЛИН ЕУСТОМИ КРУПНОКВІТКОВОЇ
(*EUSTOMA GRANDIFLORUM* (RAF.) SHINNERS) *IN VITRO***

Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

e-mail: alina.onoprienko.00@gmail.com

*Досліджено індивідуальні особливості отримання асептичної культури еустоми крупноквіткової. Підібрано живильні середовища для культивування та вкорінення експлантів в культурі *in vitro*.*

Ключові слова: *Eustoma grandiflorum*, еустома, *in vitro*, мікроклональне розмноження

Вступ. Еустома - рід дуже привабливих декоративно квітучих рослин сімейства Тирличевих, у природному середовищі виростають в південних районах Північної Америки. Рід представлений всього трьома видами, з яких найбільше поширення і популярність отримала Еустома крупноквіткова, завдяки своїм декоративним і селективним якостям. У колі квітників закріпилася друга назва рослини Лізіантус Рассела.

Рід представлений трав'янистими багаторічними і однорічними рослинами з міцними стеблами і сизими або зеленими ланцетними листками з восковим нальотом. Стебла, що досягають 80-90 см у висоту, приблизно з середини сильно розгалужуються, завдяки чому одна рослина виглядає як цілий букет і може налічувати до 30-40 бутонів. Еустома, що вирощується в горщиках, досягає висоти 30 см. Великі воронкоподібні, прості або махрові квітки нижніх відтінків досягають 7-8 см в діаметрі. Пелюстки білих, блакитних, рожевих, лілових і фіолетових кольорів [3].

Мета роботи: оптимізувати окремі етапи мікроклонального розмноження *Eustoma Grandiflorum* та розробити схему стерилізації та оптимальне поживне середовище для росту культури на основі середовища Мурасіге-Скуга.

Матеріали та методи. Дослідження проводили у лабораторії біотехнології рослин НУБіП України. Використовували насіння *Eustoma grandiflorum*. Стерилізувальним агентом був 2%-й розчин гіпохлориду натрію NaOCl. Приготування живильних середовищ і культивування рослин *in vitro* проводили за загальноприйнятими методиками. На етапі введення в культуру та проліферації використовували середовище Мурасіге-Скуга (MS) з половинним вмістом макро- і мікроелементів, 20 г/л сахарози, 6 г/л агар-агара і 0,5 мг/л ІОК при рН середовища 5,8 [1,4]. В якості експлантів використовували міжвузля рослин з пазушними бруньками.

Результати досліджень. Проведене дослідження показує, що використання запропонованого методу стерилізації та поживного середовища Мурасіге-Скуга з половинним вмістом макро- і мікроелементів, 20 г/л сахарози, 6 г/л агар-агара і 0,5 мг/л ІОК при рН середовища 5,8 забезпечує вихід мікророслин до 93,7 %.

Висновки. Отримання стерильної культури є першим і дуже важливим етапом при мікроклональному розмноженні. Ефективність введення в культуру *in vitro* та подальшої регенерації значною мірою залежить від типу експланта, правильності вибору стерилізуючого агента, експозиції стерилізації, компонентів і співвідношення фітогормонів у середовищі для культивування [2]. Варіант стерилізації з 2%-м розчином гіпохлориду натрію NaOCl з наступним чотирьохкратним промиванням дистильованою водою з інтервалом 5-10 хв. Розмноження *in vitro* запропонованим способом показало, що він є ефективним і дозволяє відтворювати, зберігати і отримувати в результаті розмноження однорідні рослини з високою життєздатністю при одночасному скороченні матеріально-трудових витрат і виробничих площ.

Хархан Л.В., Русіна Д.О., Бородай В.В.

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ БАКТЕРІЙ *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS* НА РІСТ ТА РОЗВИТОК ТОМАТІВ

*Національний університет біоресурсів та природокористування України
вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03141, Україна
e-mail: kharhan313@gmail.com*

Бактерії роду *Bacillus* є перспективними біотехнологічними об'єктами, що характеризуються високим рівнем антагоністичної активності по відношенню до збудників хвороб рослин, адже синтезують антибіотики, фітогормони та інші екзометаболіти різної хімічної природи (De Senna Antoinette, Lathrop Amanda, 2017).

Мало вивченим питанням є використання у закритому ґрунті за вирощування томатів штамів бактерій *Bacillus amyloliquefaciens*, їх ефективність проти фітопатогенних мікроміцетів, вплив на ріст та розвиток рослин (Ткаленко, Гораль, 2020).

Дослідження проводили в лабораторії промислової біотехнології НУБіП України. Визначення впливу бактерій на морфометричні показники рослин та антагоністичну активність штамів *B. amyloliquefaciens* щодо фітопатогенних мікроміцетів роду *Fusarium*, *Alternaria*, *Botrytis* визначали за загальноприйнятими методами (Білай. 1982).

Встановлено, що за використання штамів бактерій *B. amyloliquefaciens* В1S та ВXS довжина стебла в середньому збільшується в 1,2-18 рази, а коренів – в 2,5-3,4 рази порівняно з контролем. За штучного зараження збудником фузаріозної гнилі та обробки бактеріями також спостерігається позитивний ефект порівняно з контролем.

Виявлено антифунгальну активність ізолятів бактерій щодо фітопатогенних мікроміцетів, що викликають мікози томатів закритого ґрунту, а саме *Fusarium oxysporum*, *Alternaria spp.*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium sambucinum*. Найвищу антифунгальну активність виявлено у ізолятів В1S та ВXS щодо грибів роду *Fusarium* (стерильна зона становила 10,0-17,2 мм), дещо меншу проти *B. cinerea* (11,3-13,6 мм). Всі досліджувані ізоляти виявили фунгістатичну дію щодо збудника альтернаріозу томатів закритого ґрунту *Alternaria spp.* (9,5-11,4 мм) одного з найнебезпечніших хвороб рослин.

Застосування біопрепаратів на основі бактерій-антагоністів, що володіють комплексною дією і поєднують антагоністичні властивості проти фітопатогенів, стимулюють ріст і розвиток рослин, дозволяє не тільки запобігти розвитку хвороб, але і підвищити врожайність та якість культур.

Майор А. Ю., Олійник О. О., Бородай В.В.
ОСОБЛИВОСТІ ВВЕДЕННЯ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO* НАРЦИСА ВУЗЬКОЛИСТОГО
(*NARCISSUS TAZETTA L.*)

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

Процес мікроклонального розмноження складається послідовних операцій, кожна з яких має свою специфіку. Виділяють наступні етапи:

1. відбір експлантів, їх стерилізація і перенесення на живильне середовище;
2. власне мікроклональне розмноження;
3. укорінення пагонів з подальшою адаптацією до ґрунтових умов;
4. вирощування рослин в умовах теплиці та підготовка їх до посадки в поле (Мельничук, Кляченко, 2014).

Проте Деберг і Мейн рекомендують виділити спеціальний нульовий етап в мікроклональному розмноженні з метою підготовки рослин до ізолювання експлантів.

При відборі експлантів слід враховувати вид рослини та метод мікроклонального розмноження, який буде використовуватися. На процес отримання мікроклонів впливає сезон року і фаза розвитку батьківської рослини (Тимофеева; Невмержицкая, 2012). Реакція експлантів багато в чому залежить від того, з якого органу рослини він узятий. Поділ клітин та індукція проростків *N. tazetta* переважно відбуваються в молодих клітинах, які знаходяться в фазі активного росту (Aartrijk; Linde, 1986).

На нульовому етапі рослини слід вирощувати в теплицях при невисокій вологості повітря і з обмеженим поливом. Вода повинна надходити в ґрунт через капілярний полив (капілярну сітку). Таким чином вода потрапляє безпосередньо до кореня. Необхідно уникати поливу зверху. Ці умови не зовсім сприятливі для росту рослин, але при цьому різко зменшується кількість інфікованих рослин. За кілька тижнів до ізолювання експлантів рослини обробляють отрутохімікатами. Частина рослини, яка буде слугувати експлантом, покривають марлевым мішечком, щоб уникнути перенесення патогенів комахами (Тимофеева; Невмержицкая, 2012).

Попередня обробка рослинної тканини також може суттєво вплинути на подальшу регенерацію. Рекомендується зберігати рослинні експланти в холоді. Проте спостерігається як збільшення, так і зменшення індукції рослинних клітин після зберігання в холоді тканини материнської цибулини (2-9°C). Ефект залежить від часу зберігання зразку (Chung JD; СК Chun; EM Rhee, 1984), концентрації ауксину в середовищі та температури культури.

Для введення в культуру *in vitro* використовували фенотипово-нормальні рослини донори. Первинним експлантом слугували цибулини *N. tazetta*

У процесі досліджень було використано 2 варіанти стерилізації: витримка на водяній бані 54°C протягом 1 години + NaClO протягом 30 хвилин; 70% розчин етанолу протягом 5 хвилин + 0,1% розчин сулеми протягом 15-20 хв.

При підрахунку ефективності стерилізації було виявлено, що найбільш ефективною схемою стерилізації є 70% розчин етанолу з експозицією 5 хвилин та 0,1% розчин сулеми з експозицією 15-20 хвилин, відмивання в стерильній дистильованій воді тричі по 10 хвилин, що дозволило отримати максимальну кількість стерильних морфогенно активних проростків *N. tazetta L.*

Основним середовищем для культивування та розмноження було середовище Мурасіге-Скуга з додаванням регуляторів росту (БАП (1 мг/л), НОК (0,1 мг/л)). Через 4 тижні спостерігали проростання пагонів. За попередньої обробки цибулин ефективність стерилізації становила 85,2%.

Отже, підготовка експлантів для ізолювання на нульовому етапі, їх попередня обробка перед введенням в культуру *in vitro* та правильно підібрана схема стерилізації відіграють важливу роль в подальшій регенерації.

Мацкевич О.В.¹ Парій М.Ф.² Симоненко Ю.В.^{2,3} Гринчук К.В.¹
РЕГЕНЕРАЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ КУКУРУДЗИ *IN VITRO*

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України

²Всеукраїнський науковий інститут селекції

³Інститут клітинної біології і генетичної інженерії НАН України

e-mail:ok1matskevych@gmail.com

Не дивлячись на стрімкий розвиток інноваційних технологій, в світі все одно не вирішено проблему забезпечення людства продуктами харчування.

Кукурудза займає провідне місце в харчовому раціоні як тварин так і людей і є однією із трьох основних злаків.

Суттєвий вклад в вирішення проблеми забезпечення достатньою кількістю харчових продуктів вносить селекція рослин. Створення генетично модифікованих рослин – один із методів створення генотипів рослин з підвищеною урожайністю. Нещодавно було розроблено метод комбінування гаплоіндукторів та системи редагування геному для отримання спрямованих мутацій в польових умовах для будь якого генетичного матеріалу. (Baobao Wang, 2019).

Кукурудза – це рослина, яка має низьку регенераційну здатність в культурі *in vitro*. В зв'язку з цим трансформація будь якого генотипу є проблематичною. Однак були відібрані модельні лінії з високою регенераційною та трансформаційною здатністю (Абраїмова О.Є., 2018).

Але немає ліній в яких поєднано гаплоіндукуючу та високу регенераційну здатність.

Тому метою даного дослідження є об'єднання властивостей ліній гаплоіндуктора та модельної лінії з високою регенераційною та трансформаційною здатністю А188.

Для цього ми порівнювали регенераційну здатність *in vitro* модельної лінії А188 з лініями гаплоіндукторів m741h, m741f, m741j, та гібридами m741h×A188, m741f×A188, m741j×A188.

В дослідженні використовували протоколи регенерації для А188, який включав чотири етапи. На першому етапі на 14й день після запилення ми ізолювали незрілі зародки кукурудзи на калусогенне поживне середовище в чашки Петрі. На другому етапі відбувалась інкубація незрілих зародків на середовищі в темряві при 24 °С протягом двох тижнів. Під час третього етапу незрілі зародки культивували на поживне безгормональне середовище Murashige Skoog протягом чотирьох тижнів. На четвертому етапі отримані повноцінні регенеранти висаджували в ґрунт.

Регенераційну здатність визначали як відношення кількості зародків, що утворили регенерати до загальної кількості незрілих зародків у відсотках. Дослідження проводили в трьох повторах.

У результаті досліджень було з'ясовно що найкращою регенераційною здатністю характеризується гібрид m741j×A188 – 12%. Тоді як модельна лінія А188 утворювала лише 9,5 % регенерантів.

Висока регенераційна здатність гібриду дозволяє використовувати його для отримання генетично трансформованих рослин з комплексом важливих ознак.

Парфенюк О.С., Патица М.В.

ОТРИМАННЯ ШТАМІВ БАКТЕРІЙ РОДУ *CYTOPHAGA* З ВИСОКОЮ МЕТАБОЛІЧНОЮ ТА ТРОФІЧНОЮ АКТИВНІСТЮ ТРАНСФОРМАЦІЇ ВУГЛЕЦЕВМІСНИХ СПОЛУК

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: lenanazaruk1998@gmail.com*

Актуальність. Ґрунт являє собою біоорганомінеральну систему, яка впливає на ріст культурних рослин і таким способом створює необхідні умови для існування всього живого [4, Патица М.В., 2009]. Важливим основним чинником процесу ґрунтоутворення є функціонування ґрунтової мікробіоти. За останніми науковими дослідженнями встановлено, що її вміст в 1 г досягає до декількох мільярдів клітин [Ошибка! Источник ссылки не айден., Патица М.В., 2015]. Дана мікробіота дуже різноманітна за видовим складом. Р. Тейт [6, Tate R.L., 1997] вважає, що в 1 г ґрунту може знаходитися до сотні тисяч видів мікроорганізмів [4, Патица М.В., 2009]. Ґрунтові мікроорганізми здійснюють перетворення вуглецевмісних сполук, таких як кореневих ексудатів, целюлози та ін. – і саме це перетворення є наймасштабнішим природним процесом [3, Патица М.В., 2015]. Виділення нових штамів мікроорганізмів з ґрунту, яким буде характерна висока метаболічна і трофічна активність трансформації вуглецевих сполук дозволить удосконалити продукцію біопрепаратів, а також урізноманітнити уявлення про культурально-морфологічні особливості виділених штамів, що значно спростить біотехнологічний процес виробництва.

Мета роботи. Охарактеризувати штами бактерій роду *Cytophaga* та дослідити їх вплив на розкладання вуглецевмісних сполук.

Виклад основного матеріалу. У наземних екосистемах переважну частину первинної продукції здійснюють зелені рослини. У ґрунт надходять не тільки органічні залишки відмерлих рослин (первинна органічна речовина), але і продукти їхньої мікробіологічної трансформації, а також залишки тварин (повторна органічна речовина). Практично всю органічну речовину ґрунту перетворюють мікроорганізми і представники ґрунтової фауни. Кінцевими продуктами цього перетворення є мінеральні сполуки [2, Патица М.В., Москалевська Ю.П., 2014].

Накопичення гумусу в ґрунті сприяє створенню сприятливих умов для розвитку і діяльності мікроорганізмів. Мікроорганізми активізують багато біохімічних процесів в ґрунті, беруть участь в процесі мінералізації органічної речовини, збільшують доступність поживних речовин ґрунту і добрив для рослин. Тому ґрунти, багаті мікроорганізмами є більш родючими та забезпечують отримання більш високих врожаїв сільськогосподарських культур [4, Патица М.В., 2009].

Одним з найперших завдань біотехнологій, які займаються розробкою біодеструкторів є скринінг ґрунтової мікрофлори, яка володіє високою трофічною та целюлозолітичною активностями, здатністю активно функціонувати та розвиватися у великому діапазоні умов середовища. Важливе значення має правильно підібране поживне середовище, а також оптимальні умови для культивування отриманих штамів [3, Патица М.В., 2015].

Представники роду *Cytophaga* є перспективним об'єктом дослідження, оскільки вони володіють целюлозолітичною активністю, а також їхні механізми трансформації кристалічної целюлози до кінця не відомо.

Найбільш відомим представником роду *Cytophaga*, який виділений з ґрунту і має високу целюлозолітичну активність є *Cytophaga hutchinsonii*. Механізм трансформації кристалічної целюлози до кінця не відомий, але виявлено групи ферментів, які *C. hutchinsonii* використовує для цього процесу [6, Курдиш І.К., 2010].

Бактерії роду *Cytophaga* – це грамнегативні палички (0,3-0,8 · 1,515,0 мкм) із заокругленими або дещо звуженими кінцями, які здатні до ковзного руху. Клітинна маса

зафарбована в жовтий, оранжевий або червоний колір за рахунок клітинних каротиноїдів або флексирубіноподібних пігментів. Облігатні аероби або факультативні анаероби. Хемоорганотрофи з дихальним або бродильним типом метаболізму. Усі представники здатні розкладати целюлозу, агар, хітин, пектин і крохмаль. Оптимальна температура росту 20-35 °С. Оптимальне значення рН близько 7,0. Виявляються у ґрунтах, прісних та морських середовищах [1, Сергійчук М.Г., 2008].

За допомогою гетеротрофних і целюлозоруйнівних мікроорганізмів відбувається доволі складний, багатокомпонентний та різноспрямований біологічний процес – трансформація (перетворення) органічних решток. Визначити активність даних ґрунтоутворюючих мікроорганізмів можна за допомогою досліджень умов їх життєдіяльності, які створюються під впливом агротехнічних заходів в орному шарі, а також дослідженням якісного і кількісного складу органічної целюлозовмісної маси [2, Патица М.В., Москалевська Ю.П., 2014]. Саме тому важливо проводити скринінг мікроорганізмів, виділяти нові штами з високою метаболічною і трофічною активністю розкладання вуглецевмісних сполук, що забезпечити актуальність виробництва біологічних препаратів, зокрема деструкторів, які допоможуть аграріям отримати бажаний урожай не зашкодивши природі і покращити характеристики ґрунту.

Список використаної літератури:

1. Сергійчук М.Г. Мікробіологія. 2008. Режим доступу до ресурсу: https://lifelib.info/microbiology/microbiology_2/53.html.
2. Патица М.В., Москалевська Ю.П. Біологічна активність та мікробна трансформація органічної речовини чорнозему типового за різних систем землеробства. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 2. С. 68-72.
3. Патица М.В. Ефективне формування здорової біологічної системи «ґрунт-рослина». *Агроіндустрія*. 2015. Вересень. С. 51-54.
4. Патица М.В. Мікробіологічні основи підвищення родючості підзолистих і дерново-підзолистих ґрунтів: автореф. дис. ... д. с.-г. наук: 03.00.07. Умань, 2009. 36 с.
5. Курдиш І.К. Роль мікроорганізмів у відтворенні родючості ґрунтів. Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ. *Загальна і ґрунтова мікробіологія*. 2010. С. 1-3.
6. Tate R.L. Soil microbial diversity research whither to now. *Soil Sci*. 1997. Vol. 162, № 9. P. 605-606.

Шевчук І. Ю., Коломієць Ю. В.

**БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ
*SALVIA HISPANICA L.***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: ivannash007@gmail.com*

Науковий та технічний прогрес двадцятого століття став основою для масштабного розвитку біологічної науки. Прогрес у галузі таких дисциплін як молекулярна біологія, генетика, клітинна біологія дозволив перейти від опису та споглядання до керованого впливу на рослинний світ, конструювання нових форм рослин, які мають покращені якості. Перші практичні біотехнологічні дослідження було спрямовано на створення сільськогосподарських рослин, стійких до шкідників.

Установлено умови отримання асептичних життєздатних експлантів рослин роду *Salvia hispanica L.* Підібрано оптимальний склад живильних середовищ для мікроклонального розмноження, укорінення та отримання рослин-регенерантів. Розроблено біотехнологію мікроклонального розмноження рослин, яка охоплює добір компонентів живильних середовищ для різних генотипів, етапів і типів експлантів. При культивуванні рослин *in vitro* використовували метод індукції морфогенезу рослин під дією регуляторів росту. Отримано значну кількість оздоровлених рослин-регенерантів *in vitro* за використання активації росту наявних меристем експлантів, прямого й непрямого морфогенезу для різного цільового використання. У практиці мікроклонального розмноження відомо два види морфогенезу: прямий — утворення рослин-регенерантів із експлантів шляхом активації меристем та непрямий — утворення рослин-регенерантів із первинного чи субкультивованого калюсу.

Поряд з уже існуючими, важливе місце належить методу мікроклонального розмноження рослин у культурі *in vitro*, який є одним із головних у сучасній біотехнології та базується на культивуванні рослин з використанням штучних живильних середовищ. Крім цього він є одним із методів, що забезпечує збереження генофонду рослин

Чіа, *Salvia hispanica L.* - лікарський та дієтичний вид рослин з високим вмістом сполук, що мають промисловий та фармацевтичний інтерес.

Salvia hispanica L. (Labiatae), широко відома як чіа, - однорічний трав'янистий вид, що походить з півдня Мексики та північної Гватемали. Ця рослина була важливим основним продуктом харчування, джерелом олії та ліками для мезоамериканців у до колумбійські часи. Чіа культивували та споживали американські тубільці з району, що простягався від південного заходу Сполучених Штатів Америки та Мексики до Центральної Америки. В даний час він досі використовується в деяких громадах у виробництві напоїв та продуктів харчування. Тим не менш, чіа майже зник з ринків протягом 500 років, спочатку, імовірно, через релігійні переслідування і, нарешті, через труднощі із вирощуванням культури чіа в Америці.

Чіа може вирости до 1 метра у висоту, листя супротивне 4—8 см довжиною і 3—5 см шириною. Квіти чіа - це маленька квітка (3-4 мм) з невеликими віночками і зрощеними частинами квітки, які сприяють високій швидкості самозапилення.

Колір насіння варіюється від чорного, сірого та чорного плямистого до білого, а форма овальна розміром від 1 до 2 мм. Дикий і одомашнений чіа майже не відрізняється.

При культивуванні рослин *in vitro* використовували метод індукції морфогенезу рослин під дією регуляторів росту.

Базовим для усіх експериментів було агаризоване живильне середовище Мурасіге-Скуга (МС) з половинною концентрацією макро- та мікроелементів (МС/2). Для дослідження калюсогенезу використовували живильне середовище, модифіковане додаванням

регуляторів росту: 6-бензиламінопурину (БАП) і 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти (2,4-Д) у різних поєднаннях їхніх концентрацій. Концентрації регуляторів росту в живильному середовищі для ініціації калюсогенезу (мг/л): 0,25; 0,5; 1,0; 1,5 мг/л 2,4-Д у присутності 0,2 мг/л БАП.

Завершальним і досить відповідальним етапом при культивуванні рослин *in vitro* є адаптація до умов *ex vitro*, яка можлива лише тоді, коли рослина здатна проявити стійкість та пристосувати свою життєдіяльність до нових умов існування. На даній стадії розвитку, при перенесенні рослин-регенерантів у нестерильні умови, вони потребують ретельного догляду і регульованих умов культивування. Тому виникає необхідність створити такі умови адаптації рослин до умов *ex vitro*, при яких можна отримати найвищий відсоток приживлення.

Розроблено біотехнологію мікроклонального розмноження рослин, яка охоплює різні типи індукованого морфогенезу *in vitro* та дає змогу отримувати значну кількість оздоровлених рослин-регенерантів різного цільового використання.

Література

1. Бутенко Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений: учеб. пособ. / Р.Г. Бутенко. – М.: Изд-во "Наука", 1964. – 272 с.
2. Калинин Ф. Л., Сарнацкая В. В., Полищук В. Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. — К.: Наук. думка, 1980.— 488 с
3. Кушнір Г.П. Мікроклональне розмноження рослин: теорія і практика : монографія / Г.П. Кушнір, В.В. Сарнацька. – К. : Вид-во "Наук. думка", 2005. – 269 с.
4. Сидоров В.А. Биотехнология растений. Клеточная селекция. – Киев.: Наук. Думка, 1980.-280 с.

Шляхтун І.С., Кляченко О.Л.
ОТРИМАННЯ *IN VITRO* ПОСУХОСТІЙКИХ РОСЛИН ЛАВАНДИ ВУЗЬКОЛИСТОЇ
(*LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL.)

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

Лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia* Mill.) – ефіроолійна культура, родини глухокропивових (Lamiaceae), яка широко застосовується в харчовій, фармакологічній, косметично-парфумерній промисловостях, також вирощується в декоративних та рекреаційних цілях (Basch, 2004). Промислове вирощування лаванди вузьколистої, та виробництво лавандової олії, поширене в основному на півдні України. На сьогоднішній день лаванда не має великої популярності як сільськогосподарська культура і одна із причин – це відсутність доступного та якісного посадкового матеріалу, сортів пристосованих до умов України. Одним із можливих шляхів вирішення цієї проблеми є розробка інтенсивних методів селекції, зокрема, мікроклонального розмноження в культурі *in vitro* (Латушкіна, 2007). В селекційному процесі значну роль відіграють біотехнологічні методи, оскільки вони уможливають створення посадкового матеріалу з необхідними якісними показниками, з набагато меншими витратами, порівняно з традиційними методами селекції (Mitrofanova, 2017). Метою роботи було отримання посухостійких ліній лаванди вузьколистої та розробка технології їх клонального мікророзмноження.

Матеріалом дослідження були вирощені в умовах відкритого ґрунту комерційні сорти лаванди вузьколистої «*Munstead*» та «*Ellagance Purple*», характерні своїми морозостійкістю та довгим періодом цвітіння. В культуру *in vitro* було введено експлантати розміром 5-7 мм ізольовані з молодих пагонів рослин. Для отримання стерильних експлантатів нами було використано дві схеми стерилізації. Перший варіант передбачав послідовне витримання експлантів у мильному розчині на протязі 10хв, потім в 70% етанолі протягом 1с та в кінці в розчині гіпохлориту натрію (1 : 4) з експозицією 15 хв, з подальшим потрійним промиванням в стерильній дистильованій воді. Другий варіант передбачає таку ж саму послідовність дій, з однією ключовою відмінністю – експлантати стерилізували в розчині гіпохлориту натрію (1 : 2) протягом 10 хв. Для культивування експлантів використовували базове живильне середовище Мурасиге і Скуга (МС) [6]. У результаті стерилізації кількість живих, незаражених експлантатів складала для 1 варіанту 50% від початкової кількості, для 2 варіанту – 67%. Це свідчить про те, що попри більшу концентрацію гіпохлориту натрію в стерилізуючому розчині, менший час експозиції призвів до менших пошкоджень тканин самих експлантатів. По проходженню 35 діб експлантати обох варіантів стерилізації були використані як джерело стерильного рослинного матеріалу для культивування на морфогенез та калюсогенез. Для морфогенезу лаванди вузьколистої було використано модифіковані живильні середовища (МС) з різною концентрацією кінетину. Для індукції калюсної тканини на стерильні листові пластинки розміром 5-10 мм, скальпелем було нанесено порізи перпендикулярно до центральної жилки листка. Листкові пластинки помістили на калюсогенне середовище, склад якого: базове живильне середовище МС з додаванням інозиту – 100 мг, гідролізату казеїну – 500 мг, НОК – 1мг/л, БАП – 0,5 мг/л, сахарози – 20 г. Калюсну тканину культивували в термостаті без доступу світла за регульованої температури +22-23 °С та вологості повітря 80%.

На 10-ий день спостережень за процесом культивування лаванди вузьколистої залежно від варіанту поживного середовища та схеми стерилізації, спостерігали відмінності росту і розвитку культури *in vitro*. Найактивніший ріс можна було спостерігати на експлантатах, що були простерилізовані за першою схемою. Вони мали більший приріст вегетативної маси порівняно з експлантатами стерилізованими за другою схемою. Серед двох варіантів поживних середовищ для морфогенезу кращі результати спостерігали на морфогенному середовищі II, з вдвічі більшою концентрацією кінетину. Експлантати, висаджені на цьому

середовищі відрізнялися інтенсивнішим пагоноутворенням порівняно з експлантатами висадженими на морфогенному середовищі I. У випадку морфогенного середовища I початок пагоноутворенням припав на 16-у добу та 15-у добу для морфогенного середовища II. Коефіцієнт розмноження було вираховано по відношенню кількості експлантатів використаних в досліді до середньої кількості пагонів на один експлантат. Для морфогенного середовища I коефіцієнт становить 1:1,3, а для середовища II, – 1:1,7. Серед експлантатів висаджених на морфогенне живильне середовище II ризогенез пагонів спостерігали на 25-й день культивування, в той час як на середовищі варіанту I відбувалось лише збільшення вегетативної маси пагонів. На 20-й день культивування процес калюсогенезу відбувся у 29% експлантатів, простерилізованих за першою схемою стерилізації, та 22% експлантів простерилізованих за другою схемою стерилізації. Повністю без змін залишились 14% та 13% експлантатів першого і другого варіантів стерилізації відповідно. Решта листкових пластинок знаходячись на калюсогенному середовищі, збільшилась в площі, при цьому не утворюючи калюсну тканину. Таким чином, перший варіант стерилізації вкотре показав себе краще, порівняно із другим варіантом.

Для створення в умовах *in vitro* стресового ефекту посухи було використано агаризовані живильні середовища, в які додали осмотично активні речовинами. Нами були використані 15-20% манітол та 5-25% високомолекулярний ПЕГ 6000, які імітують водний стрес і діють як осмотичні агенти, та калюсогенне середовище на якому культивували калюсні тканини. При вивченні ефективності дії різних доз встановлено, що 12% концентрація ПЕГ 6000 та 17% манітолу можуть використовуватись як селективні агенти, оскільки, при цьому, виявлено істотні відмінності між дослідженими сортами лаванди вузьколистої за зменшенням приросту маси калюсної тканини, яка залежно від генотипу знижувалась на 50% і більше. Отримані посухостійкі калюсні лінії використовували для подальшої регенерації рослин.

В результаті проведених досліджень було розроблено схему введення в культуру *in vitro* живців лаванди вузьколистої сортів «*Munstead*» та «*Ellagance Purple*», визначено концентрацію цитокінінів для морфогенезу, індуковано калюсні тканини, використані для отримання посухостійких ліній. Було встановлено сублетальні концентрації ПЕГ6000 та манітолу, які становлять 12% та 17% відповідно.

Скуба А. О., Коломієць Ю. В., Богославець В. А.

**ВПЛИВ ФІТОГОРМОНІВ НА МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ ТА РИЗОГЕНЕЗ
СПАРЖІ ЛІКАРСЬКОЇ**

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

Методи культури ізольованих клітин і тканин, зокрема мікроклональне розмноження, дозволяють за короткі терміни отримати генетично однорідний посадковий матеріал в контрольованих, незалежних від клімату умовах, за відсутності патогенів та шкідників (Hussain et al., 2012). Спаржа лікарська *Asparagus officinalis* є перспективною сільськогосподарською культурою для України, з одного боку, завдяки своїм цінним лікарським властивостям, з іншого, тому що ця рослина є природним представником нашої флори (Pegiou et al., 2020). Складнощі при розмноженні спаржі пов'язані з повільним проростанням насіння, дводомністю рослини, накопиченням вірусних інфекцій при вегетативному розмноженні (Kalomira, 2007; Shevchenko et al., 2018). Використання методу культури *in vitro* є шляхом до подолання цих перешкод.

Метою дослідження було визначити вплив фітогормонів на мікроклональне розмноження спаржі лікарської та її укорінення.

Об'єктом дослідження слугували рослини спаржі сорту «Білосніжка», отримані з насіння в умовах *in vitro*. Мікроклональне розмноження вивчали на живильному середовищі Мурасіге-Скуга (МС) з додаванням кінетину в концентрації 1 мг/л. Культивування здійснювали протягом 6-ти тижнів. Для ризогенезу використовували середовище МС із вдвічі зменшеним вмістом солей, збагачене регуляторами росту в наступних співвідношеннях: індоліл-3-масляна кислота (ІМК) 0,5 мг/л; α -нафтилоцтова кислота (НОК) 1,5 мг/л та 6-бензиламінопурин (БАП) 0,5 мг/л; α -нафтилоцтова кислота 0,3 мг/л. Статистичну обробку здійснювали за допомогою Excel 365 пакету Microsoft Office та бібліотек SciPy і NumPy мови програмування Python.

Визначено коефіцієнт мікророзмноження спаржі на збагаченому кінетином живильному середовищі 6.0 ± 0.7 пагонів з експлантату. Серед них в середньому 3.7 ± 0.5 пагона були придатними до субкультивування, що становить $64\% \pm 6\%$ від загальної кількості пагонів. З однієї рослини отримували 4.9 ± 0.6 нових експлантатів. Кількість метамерів в пагоні становила в середньому 2.7 ± 0.1 шт. Довжина пагонів становила 2.9 ± 0.1 см, а метамерів – 1.3 ± 0.1 см.

Експериментальні дані порівнювали з результатами для рослин, мікроклонально розмножених на середовищі з додаванням ІМК 1 мг/л та БАП 1 мг/л (Скуба & Коломієць, 2021). За допомогою U-тесту Манна-Вітні встановлено достовірну різницю при $p < 0.1$ для коефіцієнта мікророзмноження (для ІМК складає 3.9 ± 0.5) і кількості отриманих нових експлантатів (3.8 ± 0.5 шт.). За іншими біометричними параметрами різниця є несуттєвою. Отримані результати узгоджуються з дослідженнями Sargsyan et al., 2015, які також показали високу ефективність використання 1 мг/л кінетину у живильному середовищі.

У калюсній клітині спаржі лікарської спостерігається високий рівень геномних варіацій, що недопустимо для отримання однорідного посадкового матеріалу (Regalado et al., 2015), тому досліджено вплив кінетину на калюсогенез. У 86% експлантатів встановлено відсутність калюсу, по 7% становили рослини із слабким чи середнім калюсогенезом. Сильного утворення калюсу не спостерігали зовсім. Згідно з розрахованим критерієм χ^2 Пірсона, інтенсивність калюсогенезу за використання кінетину істотно ($p < 0.01$) нижча, ніж за використання ауксинів у складі середовища.

При вивченні укорінення спаржі встановлено, що через 15 тижнів культивування на середовищі з НОК частка експлантатів, на яких формуються корені складає 63%, за

додавання ІМК – 50%, а на середовищі з НОК та БАП корені не розвиваються. Останнє спостереження, вірогідно, пояснюється пригніченням апікальних меристем експлантату. Розраховане значення χ^2 критерію Пірсона вказує на значущу ($p < 0.01$) відмінність між групами.

Дані наукової літератури щодо ризогенезу спаржі лікарської досить суперечливі. *Sargsyan et al., 2015* досягли формування коренів у 62% рослин застосовуючи 0,5 мг/л ІМК. *Azad & Amin, 2017* за використання цього ж середовища отримали 98% укорінених експлантатів. Інші дослідження показали найкращий ризогенез (66%) при застосуванні 0,3 мг/л НОК (*Slabbert & Lindeque, 1990*). *Rasad et al., 2019* вказують на найвищу ефективність укорінення, у випадку використання пагонів як вихідного експлантата, на середовищі з комбінацією НОК 1,5 мг/л та БАП 0,5 мг/л. З іншого боку, застосування НОК в живильному середовищі підвищує частку поліплоїдних клітин (*Mishiba et al., 2006*).

Отже, використання кінетину в живильному середовищі для мікроклонального розмноження спаржі спричиняє високий коефіцієнт мікророзмноження та низький рівень розвитку калюсу. Водночас, підбір ефективного та економічно вигідного складу середовища для ризогенезу *A. officinalis* потребує подальших досліджень.

Зіль В.В., Лобова О.В.

**ЕФЕКТИВНІСТЬ БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНОГО СИМБІОЗУ *MESORHIZOBIUM CICERI* –
*CICER ARIETINUM***

Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: viktoriazil99@gmail.com

Стрімке потепління клімату та збільшення тривалості посушливих періодів вегетації сприяє пошуку та введення нетрадиційних для зон України зернобобових культур. Зокрема, останніми роками однією з таких перспективних культур став нут звичайний (*Cicer arietinum*). Збільшення його посівів слугує не лише одним із засобів підвищення родючості ґрунтів, а й дозволяє вирішити проблему нестачі якісного харчового та кормового білка (Andrews, 2017). Відомим є той факт, що нут будучи високотехнологічною сільськогосподарською культурою є ще й гарним попередником для інших вирощуваних культур. Він не виснажує ґрунт, а завдяки формуванню симбіотичних систем із бульбочковими бактеріями *Mesorhizobium ciceri* ним може бути фіксовано молекулярний азот у кількості 80-170 кг/га (Tena, 2017).

Тому, метою даної роботи було вивчення особливостей штамів *Mesorhizobium ciceri*, виділених з чорноземного ґрунту та встановлення ефективності функціонування сформованої бобово-ризобіальної системи (БРС) із нутом звичайним *Cicer arietinum*.

Штами бульбочкових бактерій були виділені з чорноземного ґрунту, де впродовж 10 років не здійснювали сільськогосподарської діяльності. Для вивчення морфологічних особливостей аборигенних бактерій їх культивували на поживному середовищі МДА наступного складу (в г/л): K_2HPO_4 – 0,5; $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – 0,2; NaCl – 0,1; дріжджовий екстракт – 1; маніт – 10,0; CaCO_3 – сліди.

Ідентифікацію виділених штамів проводили за проведеними морфолого-культуральними дослідженнями, порівнянням із визначником Берджі, визначенням їх забарвлення за Грамом та оцінкою вірулентності. Мікроорганізми на твердому поживному середовищі МДА утворювали кремово-білі колонії від 2,0 мм до 4,0 мм у діаметрі. Це все дало змогу умовно віднести виділені бактерії до роду *Mesorhizobium*.

За інокуляції стерилізованого насіння нуту сорту Тріумф штамми бактерії утворювали бульбочки на коренях рослин. Безпосередньо, нами здійснювався підрахунок кількості та маси, утворених бульбочок, визначення нітрогеназної активності бульбочок здійснювали ацетилен-редуктазним методом (Hardy, 1968) (Табл. 1.).

Таблиця 1

Ефективність симбіозу сформованого штамми *Mesorhizobium ciceri*

Варіант	Кількість бульбочок шт./ рослину	Маса бульбочок мг/рослина	Нітрогеназна активність, нмоль C_2H_4 /рослину за год
Контроль	0	–	–
<i>M. ciceri</i> KJ-1	9,7±0,4	310±32,3	711,0±14,0
<i>M. ciceri</i> KJ-2	14,2±0,2	620±27,1	1013,0±32,0
<i>M. ciceri</i> KJ-3	13,5±0,5	540±9,7	1321,0±21,0

Отримані дані свідчать, що ізоляти можуть формувати значний симбіотичний апарат, активність якого показує рівень функціонування білкового нітрогеназного комплексу.

Варто зазначити, що висока нітрогеназна активність БРС є передумовою більш високого рівня забезпечення рослин біологічним азотом. Важливим є подальше дослідження виділених нами з ґрунту, вискоєфективних штамів бульбочкових бактерій нуту *Mesorhizobium ciceri* для створення у найближчому майбутньому біологічного препарату на

їх основі, що сприятиме покращенню якісних та кількісних показників зерна нуту *Cicer arietinum*.

Висновки. Було виділено три високоефективні штами бульбочкових бактерій нуту *Mesorhizobium ciceri*, які після досліджень у полі можуть бути корисними для створення у подальшому препаратів з мікроорганізмів для покращення ростових показників рослин нуту *Cicer arietinum*, а також збільшення та отримання сталих врожаїв, завдяки достатньому фіксуванню N₂ у симбіозі із бульбочковими бактеріями *Mesorhizobium ciceri* KJ-1, KJ-2, KJ-3.

Список літератури:

6. Andrews M., Andrews M. E. Specificity in Legume-Rhizobia Symbioses. International Journal of Molecular Sciences. 2017. Vol.18, №4, P. 705-711.
7. Tena W., Wolde-Meskel E., Degefu T., Walley, F. Genetic and phenotypic diversity of rhizobia nodulating chickpea (*Cicer arietinum* L.) in soils from southern and central Ethiopia. Canadian Journal of Microbiology. 2017. Vol. 63(8). P. 690-707.
8. Hardy R. W. F., Holsten R. D., Jackson E. K., Burns R.C. The acetylene-ethylene assay for nitrogen fixation: laboratory and field evaluation. Plant Physiology, 1968. Vol. 43, №8. P. 1185-1207.

Фасій Б.М., Коломієць Ю.В.

МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ ЛЮПИНУ ЗА ДІЇ АБІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

e-mail: bogdanfasij08@gmail.com

Люпин – (*Lupinus*) однорічна/багаторічна трав'яниста рослина, яка відноситься до родини Бобових (*Fabaceae*)[1]. Являється дуже непоганим сидератом, адже насичує ґрунт азотом та приваблює до себе комах-запилювачів. Крім здатності азотфіксатора й приваблювача, люпин являється досить гарною рослиною, якою можна прикрашати сади. Кольорів в люпина багато. Також люпин може бути й кормовою культурою при умові відсутності отруйних алкалоїдів в рослині. Якщо ґрунт надто щільний, то вирощування люпину допомагає розпушити ґрунт, адже рослина має стрижневу кореневу систему, яка утворює в ґрунті отвори, через яких потрапляє вода та повітря.

Люпин, а точніше його корені вступають в симбіотичні зв'язки з бульбочковими бактеріями *Rhizobium lupini*, які перетворюють молекулярний азот в біодоступну форму. На коренях утворюються специфічні асоціації – бульбочки, які розташовані на головному та бічних коренях. Вважається, що люпин один з найкращих азотфіксаторів, що наряду з приваблюванням запилювачів приносить велику користь екосистемі, особливо агроекосистемі. Плід – біб, сіруватого кольору, з плямами чорного або коричневого кольору. Листя – пальчаті, які віддалено нагадують листя коноплі. Суцвіття – верхівкова кисть.

В даній дипломній роботі використовується люпин вузьколистий, який вирощувався методом мікроклонального розмноження, при дії абіотичних чинників, таких як температура, вологість та освітленість. Під час росту люпину певні групи рослин культивувалися при різних умовах навколишнього середовища, в тому числі й в несприятливих умовах. Це необхідно для визначення найкращих умов для вирощування люпину, а також набуття певної стійкості до несприятливих факторів навколишнього середовища.

Після культивування люпин можна й не викидати, а вирощувати в умовах *in vivo*, адже дана рослина являється сильнішою, в порівнянні з люпином, культивованим лише в умовах *in vivo*, яка також проявляє стійкість до певних несприятливих факторів. Після отримання насіння з таких рослин, їх можна висаджувати в тих місцях, де є певні відхилення від оптимальних умов: посуха, низька/висока температура, при умові, якщо дана рослина культивувалася при даних умовах.

Гапон Ю.О., Гіптенко Н.М., Солодар О.О., Бородай В.В.
ПРЯМИЙ МОРФОГЕНЕЗ ГВОЗДИКИ САДОВОЇ (*DIANTHUS CARYOPHYLLUS* L.)
Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: ulagapon@gmail.com

Гвоздика садова (*Dianthus caryophyllus* L.) – багаторічна трав'яниста декоративно-квітуча рослина сімейства Гвоздикові. «Dianthus» з грецької мови в перекладі означає «квітка богів». Найбільш популярними у вітчизняних садівників стали чотири сорти: турецька, китайська, периста і гвоздика садова багаторічна. За будовою це невеликий кущик, стебла якого досягають висоти 45-60 см. Коренева система розвинена слабо. Глибина залягання коренів — 10-20 см. Великі, махрові квітки бувають найрізноманітнішого забарвлення. Вони можуть розташовуватися поодинокі, або бути зібрані в суцвіття по 2-5 штук. Цвіте з травня і все літо. Квітки багатопелюсткові, бувають різних кольорів. Зустрічаються форми з махровими, немахровими або напівмахровими квітками. Тичинок десять. Чашечка трубчаста з п'ятьма зубцями, біля основи знаходиться 1-4 пари прилистків у вигляді лусочок. Культивується як кімнатна рослина, так і на відкритому ґрунті. Відома як ароматична і лікарська рослина. Рослина володіє гемостатичною, протизапальною і знеболюючою властивостями (Кузьміна, 2004).

Стримуючим фактором за вирощування гвоздики є значні втрати від хвороб, серед яких вірусні займають найбільшу питому вагу. Перехід квітникарства на безвірусну основу диктується посиленням правил міжнародної торгівлі та обміну тільки безвірусним посадковим матеріалом культурних рослин за спеціальними сертифікатами. Тому важливо використовувати методи біотехнології для підвищення якості посадкового матеріалу сучасних генотипів гвоздики садової.

Введення в культуру *in vitro* гвоздики садової проводили за наступним протоколом: підбір експлантату; встановлення оптимального режиму стерилізації рослинного матеріалу; підбір складу живильного середовища для одержання асептичних проростків (Мельничук, Кляченко, 2014).

Для введення в культуру *in vitro* використовували насіння гвоздики турецької і китайської. Оптимальною виявилась схема: стерилізація насіння розчином білизни (1:3) протягом 15 хвилин, промивання стерильною дистильованою водою для видалення надлишку білизни, три рази протягом 5 хвилин; висаджування до живильного середовища 1/2 MS і витримування в світловій культуральній в регульованих умовах при 25 ± 1 °C за 16 годин освітлення та 8 годин темряви протягом 5 днів. За таких умов ефективність стерилізації становила 95,8%. Отримані рослини пересаджували до середовища MS для індукції ризогенезу. Було підібрано оптимальні концентрації регуляторів росту. В подальшому рослини адаптували до умов *ex vitro*.

Миронова Ю.О., Башта О.В.

ВПЛИВ ОБРОБКИ БІОЛОГІЧНИМИ ФУНГІЦИДАМИ НА ЗАСПОРЕННЯ ПАТОГЕНАМИ ТА СХОЖІСТЬ НАСІННЯ НАГІДОК ЛІКАРСЬКИХ (*CALENDULA OFFICINALIS*)

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 13, м. Київ, 03041, Україна*

yli14myronova@ukr.net

Постановка проблеми. В галузі сучасного лікарського рослинництва нагідки лікарські є однією з стратегічно важливих культур. Наразі, їх сировину (суцвіття) використовують у парфюмерно-косметичній, хіміко-фармацевтичній, харчовій промисловості, ветеринарній практиці та у ландшафтному дизайні (Башкирцева Н.А., 2018 р.).

В європейських країнах серед лікарських культур за посівними площами нагідки посідають друге місце, поступаючись лише ромашці лікарській. Вони широко культивуються також у Росії, Молдові, Китаї, Єгипті, Австралії та США. В Україні нагідки лікарські вирощують на площі близько 300 га (Исмагилов Р.Р., Костылев Д.А., 2000 р.).

Проте, за останнє десятиріччя майже втрачено стабільну базу з вирощування цієї культури в Україні, а отже сучасний рівень виробництва сировини не задовольняє наявних потреб держави.

Нагідки лікарські - це однорічна світлолюбива, вологолюбива травяниста рослина, що розмножується насінням.

Однією з найбільш важливих проблем при вирощуванні нагідок лікарських є якість посівного матеріалу, адже вони формують гетерокарпічне насіння (Ельчининова О. А., 2017 р.).

Виклад основного матеріалу. Низька польова схожість насіння нагідок лікарських також часто обумовлена заспоренням насіння різними видами мікроорганізмів. На поверхні насіння досліджуваних рослин були виявлені мікроміцети, серед яких зустрічалися гриби з родів *Alternaria sp.*, (*Alternaria alternata* і *Alternaria calendulae*) та *Fusarium sp.*

Питання ефективності та екологічної доцільності використання біологічних препаратів для підвищення схожості та енергії проростання нагідок лікарських є недостатньо вивченим.

Ефективність обробки насіння нагідок лікарських сорту Рожевий сюрприз біологічними фунгіцидами Фітоцид, Мікохелп та Фітохелп вивчалася в умовах Проблемної науково-дослідної лабораторії «Мікології і фітопатології» кафедри фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна Національного університету біоресурсів і природокористування України методом вологих камер.

В результаті обробки насіння біологічними препаратами відмічено тенденцію до підвищення схожості та зменшення кількості патогенних видів грибів (табл.1)

Таблиця 1. Результати дослідження ефективності обробки насіння біологічними фунгіцидами

Біологічний фунгіцид	Норма витрати, л/т	Схожість, %	Кількість уражених насінин патогенами, %	
			<i>Fusarium sp.</i>	<i>Aternaria sp.</i>
Контроль (вода)	-	44,3	15,0	47,0
Фітоцид	1,0	95,6	7,5	3,2
Фітохелп	1,0	88,4	8,4	12,6
Мікохелп	1,0	92,2	2,0	6,1

Найменшу схожість (44,3 %) та найбільшу ураженість патогенами мали рослини на контролі.

Оброблене препаратом Фітоцид насіння мало найвищу схожість (95,6%), а також було найменше уражено грибами з роду *Alternaria sp.* (3,2%).

Оброблене біологічним фунгіцидом Фітохелп насіння мало вищу в порівнянні з контролем схожість (88,4%), а також було менше уражене патогенами. Ураженість грибами з роду *Alternaria sp.* становила 12,6%, грибами з роду *Fusarium sp.* – 8,4%.

Оброблене біологічним фунгіцидом Мікохелп насіння мало вищу в порівнянні з контролем схожість (92,2%), а також було менше уражене патогенами. Ураженість грибами з роду *Fusarium sp.* становила 2,0%, грибами з роду *Alternaria sp.* – 8,4%.

Висновок.

Застосування біологічних фунгіцидів Фітоцид, Мікохелп та Фітохелп мало позитивні наслідки у вигляді зменшення кількості фітопатогенів на насінні та підвищення його схожості.

Найбільшу ефективність проти грибів з роду *Alternaria sp.* в умовах проведення досліджень мала обробка насіння нагідок лікарських біологічним фунгіцидом Фітоцид, 1,0 л/т, а проти грибів з роду *Fusarium sp.* - біологічним фунгіцидом Мікохелп, 1,0 л/т.

Щербак Ю.В., Коломієць Ю.В.
**КЛІТИННА СЕЛЕКЦІЯ ОГІРКІВ *IN VITRO* ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКІСНИХ
ХАРАКТЕРИСТИК КУЛЬТУРИ**

Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: mr.simply42@gmail.com

Огірок звичайний (*Cucumis sativus* L.) – це однолітня теплолюбна трав'яниста рослина відноситься до родини Гарбузові. Батьківщиною огірка вважають Індію і Китай, де він був відомий більш 5000 років тому. Огірки складаються на 95 % з води, білка 0,7 – 1 %, цукрів 2 %, вітаміни С, В1, В2, Р, провітамін А, ферменти, ароматичні речовини і мінеральні солі. Плоди огірка мають дуже цінні смакові, дієтичні і лікувальні якості. Лужні солі, які складають 75 % від загальної кількості мінеральних солей, що містяться в плоді огірка, знижують кислотність шлункового соку, а високий зміст калію (174 мг – на 100 гр сирової маси) сприяє видаленню води з організму і сприятливо впливає на роботу серця, нирок, печінки. Коренева система в огірка стрижнева, корені надзвичайно чутливі до тепла, особливо в період проростання насіння і появи сходів. Оптимальна температура для проростання +22..+25°C. При температурі нижче +12°C рослина погано росте, корені і коренева шийка пригнічуються і рослина гине. Листки огірка на одній рослині розрізняються по величині і забарвленню. У пазухах кожного листа, починаючи з третього і вище, утворюються вусики, пасинки, квітки і придаткові корені. Після запліднення зав'язь спочатку росте в довжину, а потім у товщину. Через 5–12 діб у залежності від сорту й умов вирощування, утворюється технічно спілий плід-зеленець, придатний для використання у свіжому виді і для засолювання.[1]

Отримання нових високопродуктивних і пластичних сортів і гібридів огірка може бути успішним тільки при наявності різноманітного вихідного матеріалу, при цьому важливу роль відіграє створення генотипів стійких до абіотичних стресів і, зокрема, до засолення.

Високі концентрації солей викликають у рослин токсичний (іонний) стрес, за якого відбувається надходження до рослин великої кількості іонів Na^+ або Cl^- , осмотичний стрес, який є результатом збільшення зовнішнього осмотичного потенціалу клітин та метаболітичний стрес, що пов'язаний із заміщенням іонів K^+ (Ca^{2+} Mg^{2+}) на іони Na^+ або Cl^- [2].

Важливим напрямком для біотехнології являється клітинна селекція за якої, клітинна лінія рослин із бажаними ознаками культивується в умовах *in vitro*. Основним завданням клітинної селекції є відбір найбільш цінних мутантних клітин і, після їх вивчення, використання їх для селекційних робіт щодо одержання нових сортів рослин.

Для отримання форм огірка, резистентних до засолення, нами буде застосовано метод прямої одноступеневої селекції. Для моделювання стресу в селективне середовище буде введено селективний чинник (NaCl). Як відомо з літературних джерел, пряма (одноступенева) селекція ізольованих клітинних культур і органів рослин на стійкість до засолення має явні переваги перед багатоступеневою схемою, тому що тільки летальні дози здатні відселектувати стійкі генотипи, унаслідок чого перші пасажі культур на середовищах з низькими дозами стресового чинника виявляються не потрібними. Однак, для ефективного використання одноступеневого добору необхідний попередній аналіз кривої росту кожного генотипу рослин залежно від концентрації стресового чинника з метою точного визначення максимальної концентрації, при якій зупиняється ріст [3].

Наші дослідження будуть орієнтовані на отримання солестійких ліній огірка сортів Гектор, Ізіл і гібриду Марта F1, які характеризуються високою стійкістю до хвороб і холоду, має універсальне призначення, стійкість до окремих видів шкідників за використання методу прямої одноступінчастої селекції.

СЕКЦІЯ 4

МОЛЕКУЛЯРНА БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА ВІРУСОЛОГІЯ

УДК 632.38:633.11

Міщенко Л.Т.

**ВІРУСНІ ЗАХВОРЮВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА УМОВ РІЗНИХ АБІОТИЧНИХ
ЧИННИКІВ ТА ЗМІН КЛІМАТУ**

*ННЦ «Інститут біології та медицини»,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, 01601
e-mail: lmishchenko@ukr.net*

Пшениця є основою продовольчої безпеки, оскільки це одна із стратегічних культур в галузі сучасного агропромислового комплексу України та більшості країн світу. Роль пшениці озимої, її виробниче і економічне значення важко переоцінити. Щорічно нею засівають в нашій країні понад 6 млн. га. Вірус смугастої мозаїки пшениці (ВСМП) є збудником одного з головних і найбільш поширених вірусних захворювань пшениці. ВСМП спричиняє відставання у рості рослин (10-15%), зменшення продуктивності колосу на рослину (на 38%), укорочення колосу (на 38%), зменшення кількості і маси зерен (на 50%) (Міщенко, 2009, 2014, 2018). Віруси рослин є вагомим економічним чинником і спричинюють значне зниження врожаю сільськогосподарських культур (15-100%, у середньому – 30-40%). А надто, на фоні змін клімату, які ще більше підвищують збитки в агропромисловому секторі. На відміну від вірусів людини і тварини, до яких можна виготовити ліки та одержати до нього вакцину; працювати й навчатися дистанційно, вірусні та грибні хвороби рослин створюють загрозу продовольчій безпеці. Ґрунтово-кліматичні умови України дозволяють отримати високі врожаї зернових і зернобобових культур. На сьогодні патогени є однією з головних загроз для нашої продовольчої безпеки. Щонайменше 10% світового виробництва продуктів харчування втрачається внаслідок хвороб рослин, що становить економічну вартість 220 млрд. доларів США щорічно. Крім того, глобальна зміна клімату посилює вплив цих захворювань. Наші попередні дослідження свідчать, що вірусні ізоляти, які циркулюють на території України, мають високий епідемічний потенціал та патогенність, адже призводять не тільки до зниження врожайності культур, а й до суттєвого погіршення якості продукції.

Останніми роками спостерігається дія аномальних кліматичних явищ, які призводять до катастрофічного стану посівів пшениці озимої та значних фінансових збитків за недобору зерна. Поряд з абіотичними факторами чимало біотичних, таких як грибні, бактеріальні, вірусні інфекції, що негативно впливають на урожайність культури. Часто прояв адаптивної реакції рослини на дію екологічних чинників докільля схожий з проявом патологій, викликаних інфекційним ураженням рослинного організму. Тому виникає проблема ідентифікації причин появи патологічних симптомів, оскільки деякі із них мають надзвичайно важливе значення для технологій вирощування зернових культур.

Метою роботи було провести моніторинг посівів озимої пшениці на наявність найбільш небезпечних вірусів, дослідити мінливість видового складу вірусів та встановити природу виявлених симптомів на рослинах за дії змінних абіотичних чинників і клімату.

Матеріали і методи. Моніторинг проводили на посівах озимої пшениці різних сортів у Київській, Полтавській, Хмельницькій, Чернівецькій, Одеській, Сумській, Харківській та Миколаївській областях. Для діагностування вірусів застосовували методи візуальної діагностики, біологічного тестування, ІФА, ЗТ-ПЛР, електронної мікроскопії та філогенетичного аналізу. Ідентифікація вірусних антигенів здійснювалась методом твердофазного імуноферментного аналізу (ІФА) в модифікації «подвійний сандвіч» (DAS-

ELISA). Аналіз проводили з використанням комерційних тест-систем до шести вірусів пшениці виробництва Loewe (Німеччина) на полістиролових планшетах “Labsystems” у трьох повторностях (Crowther, 1995).

Вірусологічний моніторинг показав, що рослини пшениці сортів Смуглянка та Донська напівкарликова були уражені, зазвичай, ВСМП при помірному зволоженні (ГДК більше 1,2). Пізніше, коли посухи стали більш частими і ГДК становив значно менше 1, ці сорти були інфіковані ВЖКЯ, а от ВСМП, на відміну від попередніх років, не виявлено, що може бути пов'язане з сильною посухою восени, при сівбі озимих, яка і призвела до обмеження чисельності векторів ВСМП.

Симптоми скручування листків ячменю сорту Антигон (Хмельницька обл.) та пожовтіння листків пшениці сорту Єрмак (Сумська обл.) могли бути спричинені техногенними факторами, такими як хімічні обробки посівів, порушення агротехніки вирощування тощо, де віруси не були виявлені. Необхідно зауважити, що причиною появи симптомів «багряно-жовтих» та «багряних» листків пшениці є зміни вуглеводного балансу, які виникають внаслідок неспецифічних реакцій рослин на стрес, викликаний вірусною інфекцією (сорти Руссія, Богдана, Ясочка) чи перепадом температур (Василина, Подолянка, Поліська-90). У рослин пшениці під впливом холодового стресу (перепад температур до 20°C у травні) виникає посилений синтез антоціанів і проявляється у зміні забарвлення листків із зеленого у нормі до багряно-червоного. Проведені електронно-мікроскопічні, серологічні, молекулярно-генетичні та філогенетичні дослідження показали, що на території України найбільш поширеним вірусом на пшениці є ВСМП. Наші дослідження ультраструктурної організації клітин вірусінфікованих рослин показали помітні зміни у багатьох структурних компонентах клітини. Так, матрикс інфікованої клітини мав низьку електронну щільність, внутрішня мембранна система була деградована. У мітохондріях починали зникати матрикс і кристи. У хлоропластах зменшувалася кількість тилакоїдів у гранах, спостерігалася деструкція ламелярної системи, зв'язок її строми з тилакоїдами частково порушений. Міжмембранний простір ламел мав ампулярні здуття. Електронна щільність матрикса дуже низька. Крім того, у хлоропластах інфікованих клітин були присутні осмофільні глобули та крохмаль, що свідчило про їх передчасне старіння.

Шкодочинність фітовірусів може змінюватись залежно від мутацій у їх нуклеотидних послідовностях. Наприклад, унікальні амінокислотні заміщення послідовностей українських ізолятів ВСМП та вища дивергенція окремих із них відмінні у порівнянні з ізолятами цього ж вірусу з інших країн (Mishchenko et al, 2019). Результати понад 30-річного дослідження вірусних хвороб пшениці в Україні свідчать про їх суттєвий шкодочинний вплив на урожайність. Кліматичні зміни останнього десятиріччя зумовлюють необхідність постійного моніторингу циркуляції фітовірусів в агроценозах та поглиблення досліджень їх біологічно-молекулярних характеристик, що сприятиме зменшенню використання засобів хімічного захисту рослин та забруднення довкілля.

Література:

1. Міщенко Л.Т. Вірусні хвороби пшениці озимої [Текст] :наукове видання / Л. Т. Міщенко. – К.: Фітосоціоцентр, 2009. – 352 с.
2. Mishchenko L. T., Dunich A. A., Mishchenko I. A., Petrenkova V. P., Mukha T. I. Monitoring of economically important wheat viruses under weather conditions change in Ukraine and investigation of seed transmission of Wheat streak mosaic virus. *Bulgarian Journal of Agricultural Science// Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2018. 24(4): 660-669.
3. Mishchenko L. T., Dunich A. A., Skrypkina I. Ya., Kozub N. O. Phylogenetic analysis of two Ukrainian isolates of Wheat streak mosaic virus. *Biopolymers and Cell*. 2019. Vol. 35. N 1. P 64–77.
4. Crowther J. R. ELISA. Theory and practice. N.Y.: Humana Press. 1995. – 223 p.

Сметанська І.М.^{1,2}, Патика М.В.², Тонха О.Л.²

**БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОТРИМАННЯ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК З *IN VITRO*
КУЛЬТУР *STEVIA REBAUDIANA***

¹Університет прикладних наук Вайнштефан-Трісдорф,
вул. Маркграфа 16, м. Вайденах, 91476, Німеччина

²Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: iryna.smetanska@hswt.de

Фенольні сполуки впливають на фізіологічну та технологічну цінність харчових продуктів, зокрема визначають їх смак, колір та стабільність при зберіганні і можуть бути використані в якості функціональних харчових добавок. Однак вміст фенольних сполук у рослинах не перевищує 2,5% сухої речовини і залежить від виду та роду рослин, їхнього фізіологічного стану, стадії розвитку, умов навколишнього середовища, технологій вирощування та переробки. В зв'язку з цим було поставлено задачу розроблення біотехнології для отримання фенольних сполук з *in vitro* культур рослин *Stevia rebaudiana*.

Для досягнення цієї мети були отримані клітинні, кореневі та пагонові культури *in vitro* рослин та була проведена порівняльна фізіолого-біохімічна оцінка показників продукційного процесу та визначені фактори, які впливають на експресію шляхів синтезу фенольних сполук, зокрема вивчено вплив живильного середовища, прекурсорів та елісаторів на ріст *in vitro* культур.

Нами було проведено аналіз вмісту фенольних сполук в промислових зразки висушених листків рослин *S. rebaudiana*, які вирощували в різних кліматичних умовах, а саме в Єгипті, Греції, Індії, Парагваї та Іспанії. Порівняльний аналіз вмісту фенольних сполук показав, що він варіював від 17,6 мг/г в листі стевії, вирощеної в Єгипті, та 27,7 мг/г у рослинах, вирощених в Іспанії. Якість сировини варіювала в залежності від факторів вирощування. Це унеможливило отримання стабільного врожаю фенольних сполук, тому початковою задачею досліджень було вивчення можливості досягти стабільного урожаю фенольних сполук у рослинах *S. rebaudiana*, культивованої за контрольованих умов.

Порівняння інтенсивності накопичення біомаси *in vitro* культурами показало, що ріст листових культур був більш інтенсивним в порівнянні з таким в клітинних та корневих культурах. На 14 день дослідів біомаса листових культур *Stevia* становила 52 г, культури коренів 38 г, а клітинних культур 20 г.

Порівняння динаміки синтезу фенольних сполук клітинними, корневими та пагоновими культурами показало, що клітинні культури *S. rebaudiana* містили 87,6, кореневі - 63,2, а пагонові - 97,6 мг/г фенольних сполук, що у 3,5 рази переважало вміст таких в листі рослин. Вміст та профілі фенольних сполук різнилися у клітинних, корневих та пагонових культурах. У клітинній культурі переважала хлорогенова та кминова кислоти, а у пагоновій гідрокси-бензойна та кумаринова кислоти.

Використання екзогенного прекурсору фенілаланіну в кількості 1 $\mu\text{mol/L}$ стимулювало синтез фенольних сполук в *in vitro* культурах *S. rebaudiana*. Додавання до середовища живлення стимулювало синтез фенольних кислот в клітинних культурах. На 3 добу дослідів вміст фенольних сполук в *in vitro* культурі клітин *S. rebaudiana*, до яких додавали прекурсор на 67% перевищував такий на контрольному варіанті. Внесення фенілаланіну в середовище клітинних культур мало більший вплив на вміст фенольних кислот, ніж на загальний вміст фенольних сполук. Так, на 14 добу росту культур вміст фенольних кислот в клітинних культурах *S. rebaudiana* на варіанті з фенілаланіном був у 1,75 рази вищим, ніж на контролі.

Комбіноване застосування елісатору жасмонової кислоти та прекурсору фенілаланіну впливало на морфологічний розвиток корневих культур *Stevia*. Додавання жасмонової кислоти в концентрації 50 $\mu\text{mol L}^{-1}$ та 1 mmol L^{-1} фенілаланіну були найбільш сприятливими для росту коренів. Приріст біомаси на 14 день культивування становив 450% від такого на

контролі. Збільшення концентрації прекурсора та еліцатора не приводило до покращення росту коренів.

Завдяки високій антиоксидантній активності фенольних сполук їх додавання до харчових продуктів, які є нестійкими до оксидативного стресу, продовжує час зберігання продуктів та покращує їх біологічну цінність. Нами було проведено вивчення антиоксидантних властивостей продуктів *S. rebaudiana*, що існують на ринку, та порівняння їх з екстрактами *in vitro* культур. Листки вирощеної *in vivo S. rebaudiana*, що були висушені ліофільним способом (промисловий зразок), характеризувалися відносно високою антиоксидантною активністю 40 %, проте більшість продуктів зі *S. rebaudiana* характеризувалися низьким значенням цього показника. Зокрема листки *S. rebaudiana*, висушені термічним способом, мали антиоксидантну активність 18%, що було вдвічі нижчим, ніж у матеріалі, висушеному за рахунок сублімації при мінусових температурах. Найвищим значенням, а саме 89 %, характеризувались пагонові культури, тому вони були використані з метою покращення властивостей харчових продуктів.

Нами було показано, що протягом 20 хвилин екстракти пагонових культур *S. rebaudiana* знешкоджували 91% вільних радикалів, протягом наступних 10 хвилин цей показник зростав до 96%, в порівнянні екстракт рослин знешкоджував протягом 25 хвилин 72% вільних радикалів, в подальшому цей процес припинявся. Завдяки використанню екстрактів рослин *S. rebaudiana* середовище з вільними радикалами після 30 хвилин експозиції містило лише 28% вільних радикалів, середовище з екстрактами кореневих культур - 22%, клітинних культур - 18%, а пагонових культур -4%.

Основним завданням при розробці нових харчових продуктів є створення таких з органолептичними характеристиками, яких очікує споживач. Тому нами був проведений сенсорний аналіз розроблених продуктів. На рисунку показано вплив фенольних екстрактів пагонових культур стевії на органолептичні характеристики напоїв. Чистий розведений екстракт пагонової культури *S. rebaudiana*, характеризувався наявністю гіркоти, металічним присмаком, водночас був солодким на смак та досягав загальної оцінки 2,7. Комбінування *S. rebaudiana* з зеленим чаєм суттєво покращувало сприйняття продукту пробантами, загальний бал зростав з 2,6 до 4,6, зокрема за рахунок поліпшення смаку, аромату та кольору. На відміну від багатьох напоїв, смакові якості ройбуша погіршились після додавання *S. rebaudiana*, загальна оцінка продукту зменшилась з 3,7 до 2,2 балів, зокрема за рахунок появи гіркоти, погіршення аромату та кольору.

В дослідженнях було встановлено, що пагонові культури *S. rebaudiana* накопичують біомасу швидше, ніж клітинні та кореневі. Як джерело загальної фракції фенольних сполук слід використовувати пагонові або клітинні культури. Виявлено, що фенілаланін стимулює синтез фенольних сполук. Доведено позитивний вплив елісаторів *S. cerevisiae*, жасмонової кислоти та ультрафіолету на синтез фенольних сполук, зокрема фенольних кислот в *in vitro* культурах. Встановлено, що найвищою антиоксидантною активністю характеризувались фенольні екстракти пагонових культур *S. rebaudiana*, які протягом 25 хвилин знешкоджували до 96% вільних радикалів. Додавання фенольних екстрактів до харчових продуктів суттєво впливає на їх органолептичні властивості.

Дослідницькі матеріали отримані під час написання дисертаційної роботи в Національному університеті біоресурсів і природокористування України.

Alla Yemets

LACTOFERRIN EXPRESSION AS A TOOL FOR THE ENHANCEMENT OF NON-SPECIFIC PLAN PATHOGEN RESISTANCE

Institute of Food Biotechnology and Genomics, NAS of Ukraine

Osyповskogo Str., 2a, Kyiv-04123, Ukraine.

e-mail: yemets.alla@nas.gov.ua

Lactoferrin (Lf), one of the promising human milk proteins, occupies the expanding biotechnological market niche due to its important versatile properties. Lf exhibits antiviral, antimicrobial, antiprotozoal and antioxidant activities, modulates cell growth rate, binds glycosaminoglycans and lipopolysaccharides, and also inputs into the innate/specific immune responses (Yemets et al., 2014). Development of highly efficient human recombinant Lf expression systems employing yeasts, filamentous fungi and higher plants as bioreactors for the large-scale Lf production is a biotechnological challenge.

Hereby, due to multiple protective Lf properties, its genes (*bLf*, *hLf*, *hLfN*) are desirable candidates for the introduction into the genomes of economically important higher plant species for the enhancement of their immune response. It has been demonstrated that the transformation of some higher plant species (tobacco, rice, pear, etc) by different Lf genes confers broad-spectrum resistance against viral, bacterial and fungal plant diseases and is the promising tool for the enhancement of plant biotic stress resistance crucial for food production safety (Yemets et al., 2014).

In our study we have developed also the methods of the *Agrobacterium*-mediated transformation of different tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and potato (*Solanum tuberosum*) varieties with the human lactoferrin gene (*hLf*) and the expression of recombinant human lactoferrin in transgenic tomato and potato plants (Buziashvili et al., 2020a, 2020b). Transformation was carried out with the use of supervirulent *A. tumefaciens* strain EHA105 carrying the binary vector pBin35LF. It contained human lactoferrin cDNA under the control of the constitutive Cauliflower Mosaic Virus (CaMV) 35S promoter and of the *octopine synthase* gene terminator (OcsT). Integration of *hLf* gene into their genomes was confirmed by PCR using specific primers to the gene of interest. Expression of *hLf* gene was confirmed by Western blotting hybridization with specific monoclonal antibodies against lactoferrin. Also, the resistance against bacterial pathogens *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* and *Ralstonia solanacearum*, and fungal pathogene *Phytophthora infestans* of obtained lines was tested *in vitro*. It has been shown that the transgenic plants possess the increased resistance to phytopathogens (Buziashvili et al., 2020a, 2020b).

The data obtained suggest that the transfer of the human lactoferrin gene to plants could be an alternative strategy to increase the resistance of commercially valuable plants against a wide range of bacterial and fungal phytopathogens and improve crop quality.

Buziashvili A., Cherednichenko L., Kropyvko S., Blume Y., Yemets A. Obtaining of transgenic potato plants expressing human lactoferrin gene and analysis of their resistance to phytopathogens. *Cytol. Genet.* 2020a. Vol. 54, N3. P. 3-15

Buziashvili A., Cherednichenko L., Kropyvko S., Yemets A. Transgenic tomato lines expressing human lactoferrin show increased resistance to bacterial and fungal pathogens *Biocatal. Agricul. Biotech.* 2020b, Vol. 25: 101602, p. 1-8 doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101602

Yemets A.I., Tanasienko I.V., Krasnylenko Y.A., Blume Y.B. Plant-based biopharming of recombinant human lactoferrin. *Cell Biol. Int.* 2014. Vol. 38. P. 989–1002. <https://doi.org/10.1002/cbin.10304>.

Соколова А.Д.
ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ БІОТЕХНОЛОГІЇ В СУДОВИХ ІМУНОЛОГІЧНИХ
ЕКСПЕРТИЗАХ

Дніпропетровський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України
тупик Будівельний, 1, м. Дніпро, 49033, Україна
e-mail: sokolova_niekc@gmail.com

Об'єкти біологічного походження найчастіше вилучаються в ході оглядів місць подій, які проводяться за фактами завдання шкоди здоров'ю або життю особі (особам), злочинів проти статевої свободи та недоторканності, дорожньо-транспортних пригод, а також у випадках, що пов'язані із жорстоким поводженням з тваринами та браконьєрством і т.п. [Авдєєв М.І., 1950]. Вилучені в якості речових доказів об'єкти біологічного походження (далі - ОБП) набувають вагомості та доказової сили після проведення повного і всебічного їх дослідження – судової експертизи. Судова біологічна експертиза – це регламентоване законодавством, дослідження представлених ОБП, котре проводиться з метою вирішення питань поставлених ініціатором і наведених у постанові про її призначення [Волков В.Н., Датій А.В., 2000, КПК України]. В межах судової імунологічної експертизи (далі - СІЕ) можуть бути досліджені кров і виділення (сперма, слина, піт, сеча). В межах СІЕ встановлюється наявність крові та/або виділень, видова та групова (за еритроцитарною системою груп крові АВ0) належність. СІЕ - це кропітке, поетапне дослідження об'єктів, яке проводиться за визначеною схемою. Негативний результат попереднього дослідження виключає проведення наступного. Отримання сумнівних або неспецифічних результатів окремих досліджень призводить до необхідності проведення повторних дослідів, що іноді неможливе, через малі розміри наданого на експертизу сліду.

Продукти біотехнології (іmunні сироватки) використовують в методах, які базуються на утворенні комплексів «антиген-антитіло», а саме визначення видової належності слідів крові реакцією преципітації (у модифікаціях) та встановлення групової приналежності крові і виділень (за еритроцитарною системою крові АВ0) методами реакції абсорбції-елюції (далі - РАЕ) (на нитках, скельцях, у пробірках), реакції абсорбції в кількісній модифікації, реакції змішаної аглютинації (які можуть бути проведені із використанням аглютинуючих сироваток або цоліклонів-СМ) [Єрмолаєва А.О., Чепіга С.М., 2011].

Основною метою СІЕ крові та виділень людини є встановлення антигенного складу наданого сліду. Найбільш чутливим методом, що дозволяє визначати антигени у застарілих мікрослідах вважається РАЕ. РАЕ проводиться у два послідовних, пролонгованих у часі етапи: I-го - абсорбція антигенів плями специфічними сироватками або цоліклонами-СМ (протягом 20 год при +4°C) та II-го, який починається з рутинного відмивання неабсорбованих компонентів фіз.розчином (при постійному охолодженні) і подальшою елюцією абсорбованих антигенів (далі-Аг) при температурі 42-46°C. Дослідження завершується детекцією вивільнених антигенів стандартними еритроцитами. Позитивний результат реакції – аглютинація еритроцитів спостерігається мікроскопічно.

Цоліклони анти-А і анти-В антитіла продукуються мишачими гібридомами. У складі цоліклонів немає високомолекулярних добавок, здатних викликати неспецифічну поліаглютинацію еритроцитів, тому цоліклони досягли широкого застосування в ізосерології. Отримання цоліклонів. Мишам вводять специфічний антиген, який викликає продукцію антитіл проти цього антигену. Селезінка мишей видаляється і гомогенізується для отримання суспензії клітин. Надалі клітини селезінки змішують з клітинами мієломи, які здатні невинно зростати в культурі, і в яких відсутній резервний шлях синтезу нуклеотидів. В суспензії містяться В клітини, які продукують антитіла проти введеного антигену. Деякі з антитіло-продують клітин селезінки і клітини мієломи зливаються, утворюючи гібридні клітини. Ці гібридні клітини тепер здатні безперервно зростати в культурі, а так само

продукувати антитіла. Суміш клітин поміщають в селективну середу, яка дозволяє рости тільки гібридним клітинам. Гинуть немає злилися міеломні клітини і В-лімфоцити. Гібридні клітини проліферують, утворюючи клони гібридом. Гібридами, перевіряються на здатність продукувати потрібних антитіл. антитіла Вибрані гібридами надалі культивують для отримання великих кількостей моноклональних антитіл [Будчанов Ю.І., 2012].

Активність і специфічність сироваток та ціклонів-СМ істотно впливають на результати досліджень. Наявні у складі консерванти, не зберігають в необхідній мірі чутливі до впливу факторів навколишнього середовища компоненти. Зміна властивостей сироватки відбувається без виникнення дефектів розчинів. Отже, необхідність перевірки властивостей сироваток перед кожним дослідженням, про що вказано в інструкції та згадується у методичних рекомендаціях, виправдана і не може бути проігнорована.

На теперішній час існує велика кількість модифікацій методу отримання ПС. Відповідно до узагальнюючої схеми, ПС отримують шляхом імунізації кроликів Аг - сироватками крові людини та тварин, курей - сироваткою крові кролика (для отримання ПС білку крові кролика). також застосовуються імуномодулючі засоб - ад'юванти [Попов В.Л., Чорієв Б.А., 2019].

Реакція преципітації з встановлення видової належності білку, може проводитися в рідкому варіанті кільцепреципітації, який підходить лише для дослідження прозорих екстрактів). В спеціальній тонкій капіляр набирають Аг, з протилежної сторони - ПС (перевірені щодо специфічності та титру), у співвідношенні 9:1. Не перемішуючи, кінці закривають пластичною речовиною і встановлюють у вертикальному положенні. Поява кільця преципітації протягом 10-15 хв свідчить про позитивний результат. У модифікації, Аг поміщають в лунку в агаровому гелі, об'ємом до 50 мкл, навколо якої на відстані 5-10 мм, як пелюстки квітки розташовують аналогічні лунки, в які додають ПС. Тривалість реакції залежить від концентрації екстракту. Допускаються мутні екстракти. Позитивний результат реакції – смуга преципітації між лункою з екстрактом об'єкта та відповідною сироваткою. [Кривда Г.Ф., 2014, Дяченко Н.М., 2005].

Встановлення видової приналежності крові є другим етапом СІЕ. Якщо встановлено, що кров походить не від людини, цей етап стає завершальним. В межах експертизи 9.3. «Імунологічні дослідження», встановлення конкретного виду тварини не обов'язкове, а дослідження проводиться для недопущення в наступні етапи об'єктів, що не є кров'ю людини. Можливості дослідження обмежені наявним діапазоном сироваток (людини, коня, великої рогатої худоби, малої рогатої худоби, свині, собаки, кішки, птаха, кролика), видова специфічність яких, не відповідає таксономічній, в прямому сенсі цього слова. ПС можуть реагувати з білками крові віддалених в таксономічному відношенні видів. Відома залежність між підвищення специфічності ПС філогенетично близької тварини, білок якої використовується в якості Аг, до імунізованої тварини [Туманов А.К., 1976], Отже, існує можливість корегувати селективність ПС до таксономічно наближених видів.

Стрімкий ріст кількості правопорушень у галузі охорони фауни, незаконного полювання (браконьєрства) [Бахрієв І.І., Чорієв Б.А., 2019], зростання уваги до злочинів пов'язаних із знущанням та жорстоким поводженням з тваринами, привело до встановлення сурових мір відповідальності (у тому числі кримінальної) за вищезазначені правопорушення. Обтяження кваліфікації правопорушення, підвищило вимоги щодо їх розслідування та доказування. У разі виникнення необхідності, здійснити замовлення окремих ПС можливо лише у «ФДУ ПСП НИИВС РФ» або «ППБП ФМБА РФ» [Кривда Г.Ф., 2014].

Розробка більш розгорнутого діапазону ПС, призначених спеціально для досліджень крові тварин у межах СІЕ є актуальним завданням, яке може бути вирішене на базі Вітчизняних науково-дослідних лабораторій, у межах міжвідомчого співробітництва в галузях біотехнології та біолого-криміналістичної експертизи.

Бас О. Ю., Антипов І.О.

**СКРИНІНГ ВІРУСУ НЕКРОТИЧНОГО ПОЖОВТІННЯ ЖИЛОК БУРЯКУ В
АГРОЦЕНОЗАХ УКРАЇНИ МЕТОДОМ ПЛР ТА ІФА**

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

Актуальність. У світі рослин так само можуть траплятись епідемії вірусної природи, здатні спричинити значні ресурсні та економічні втрати у сільському та лісовому господарстві. Хвороби вірусної етимології спричиняють різні симптоми, такі як: некрози, карликовість, деформації, недорозвиненість, а також негативно впливають на перебіг фізіолого-біохімічних процесів у рослинах. Найбільш дієвими заходами контролю і боротьби з вірусами є: вчасно виявлена та діагностована хвороба, проведення профілактичних заходів із виділення рослин-резерваторів інфекцій, запровадження стійких сортів та отримання безвірусного посадкового та насіннєвого матеріалу.

Мета роботи. Дослідити декілька зразків цукрового буряку з різних агроценозів України на присутність а них вірусу некротичного пожелтіння жилок буряку (ВНПЖБ) методом ПЛР та ІФА.

Викладення основного матеріалу. Хвороби цукрових буряків є серйозним фактором, який впливає на врожайність цієї культури. Останнім часом на цукрових буряках почали з'являтися нові для України віруси, зокрема такі, що передаються через ґрунт, а саме: вірус некротичного пожелтіння жилок буряку (Beet necrotic yellow vein), ґрунтової мозаїки (Beet soil-borne mosaic), ґрунтовий (Beet soil-borne virus) та Q-вірус буряку (Beet virus Q). (Постоєнко О., 2011)

Цукровий буряк (*Beta vulgaris saccharifera*) – одна з основних технічних культур, дворічна культура, перехрестнозапильна трав'яна рослина родини Амарантових (*Amaranthaceae*), різновид буряку звичайного. За існуючою класифікацією всі форми буряків (дикі й культурні, однорічні, дворічні та багаторічні) об'єднують в один ботанічний рід — буряки *Beta* L. Сьогодні, цукровий буряк є однією з найважливіших технічних культур, яка розповсюджена в цілому світі і яка є сировиною для цукрової промисловості. Його коренеплід, який досягає 500 г і більше ваги містить 11–19 % цукру. З цукрових буряків виробляють, крім цукру, патоку, з якої одержують спиртові дріжджі, гліцерин тощо. Гичку використовують як корми для свійських тварин.

Вірус некротичного пожелтіння жилок буряку - ризоманія (Beet necrotic yellow vein virus)- небезпечна вірусна хвороба цукрових буряків, яка викликається вірусним збудником Beet necrotic yellow virus. Переносником вірусу є гриб *Polymyxa betae*, який поширюється інфікованим ґрунтом, з водою, рослинними рештками, інвентарем. Вірус розвивається в гіфах гриба. Шкодочинність ризоманії проявляється у зниженні маси коренеплодів у 10—15 разів, значно меншому виходу цукру, погіршенні технологічних якостей сировини. Втрата врожаю може сягати від 50–80%. (Бондар Ю., 2019)

Даний вірус відноситься до родини *Benyvirus*,(+) РНК вмісний вірус з мультипартидним геномом, містить РНК-1, РНК - 2, РНК-3, РНК-4, у деяких випадках РНК-5. (К. В. Грінчук, І.О. Антипов, 2018)

Зовнішні ознаки ризоманії: листя хворих рослин у ранню фазу розвитку прозоре – від блідо-салатно-зеленого до лимонно-жовтого кольору, центральні листки мають подовжені черешки та звужені листкові пластинки; спостерігається пожелтіння жилок листків, коренеплоди мають розростання бічних корінців (ризоїдів). (Бондар Ю., 2019)

Наявність вірусу у коренеплоді можна визначити методами, такі як: імуноферментний аналіз та полімеразна ланцюгова реакція.

ІФА – імунологічний метод для визначення наявності певних антигенів, шляхом реакції антиген-антитіло. Для даного методу дослідження використовують сік з коренеплодів із корінцями (нижня частина коренеплоду, попередньо відмита від ґрунту). В основу методу покладено принцип мічених ферментом антитіл. Основним ферментом для проведення аналізу рослинного матеріалу є лужна фосфатаза. (Г.А. Тарасенко, 2013)

Полімеразна ланцюгова реакція - сучасний метод діагностики, який дозволяє проводити ідентифікацію збудника інфекційного захворювання, наприклад, за його нуклеїновою кислотою. Даний метод заснований на багаторазовому збільшенні кількості певної ділянки ланцюга нуклеїнової кислоти. В основі цього лежить такий процес, як реплікація ДНК.

Принцип методу ґрунтується на виявленні у матеріалі специфічних фрагментів ДНК (РНК) різноманітних біоб'єктів, їхньому вибірковому синтезі до концентрації, за якої їх легко детектувати, і подальшому визначенні продуктів реакції ампліфікації — ампліконів.

Для проведення ПЛР необхідно мати: 1) два синтетичних олігонуклеотидних праймери (довжиною приблизно по 20 нуклеотидів), які комплементарні до ділянок ДНК із протилежних ланцюгів, що фланкують послідовність — мішень (праймери обмежують фрагмент ДНК, який буде мільйони разів скопійований ензимом Таq-ДНК-полімеразою, що приєднується до 3'-кінців праймерів для побудови їх заданої довжини (в декілька сотень пар основ); 2) ДНК-мішень; 3) термостабільну ДНК-полімеразу, яка не губить активності при температурі 95 °С; 4) чотири дезоксирибонуклеотиди і 5) буферну систему для ефективної роботи ДНК-полімерази, що обов'язково містить іони магнію. (Федоренко В. О, 2007)

Отже, вірус некротичного пожовтіння жилок буряку уражує не тільки всі культурні форми буряків (*Beta vulgaris*): цукрового, кормового та столового, а також уражує шпинат (*Spinacia oleracea*) і бур'яни родин *Chenopodiaceae* й *Caryophyllaceae*, такі як лутига широка, лобода гібридна, щиріця звичайна тощо. (О. Башинська, 2017). У заражених вірусом рослинах відбуваються глибокі метаболічні зміни: уповільнюються ріст, розвиток і процеси накопичення цукру. Через ці зміни погіршуються їхні технологічні якості і знижується вихід цукру з сировини. Значне ураження рослин ризоманією призводить до зниження врожайності на 50%. Регулярний скринінг вірусу і вжиття карантинних заходів, у разі його виявлення, є запорукою до збереження урожаю буряку.

Сингаївська В.В., Антіпов І.О.

**ТЕРМІНАТОРИ ТРАНСКРИПЦІЇ ЯК ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ РЕГУЛЯЦІЇ
ЕКСПРЕСІЇ ГЕНІВ**

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

Генна інженерія створює трансгенні рослини з поліпшеними характеристиками шляхом введення генів, що відповідають за господарсько-цінні ознаки. Відповідні регуляторні елементи, такі як промотори та термінатори, повинні бути присутніми в певних конфігураціях, щоб трансгени були належним чином експресовані в клітинах рослин (Aiqiu Xing, 2010).

Термінатор – це ділянка ДНК, яка позначає кінець гена або оперона в геномній ДНК під час транскрипції, що опосередковує її припинення взаємодіючи із новосинтезованим транскриптом, що ініціює процеси які вивільняють транскрипт із комплексу транскрипції. Ці процеси опосередковуються факторами термінації. 3'-последовність, що не транслюється мРНК або термінатор необхідні для експресії генів та термінації транскрипту РНК і поліаденілювання, а також відіграють ключову роль в обробці, локалізації, стабільності та трансляції мРНК (Proudfoot, 2004; Gilmartin, 2005).

Є три основних джерела термінаторів для генетичної інженерії рослин – рослинні віруси, бактерії та гени рослин. Було охарактеризовано та використано багато послідовностей термінаторів транскрипції рослин, таких як інгібітор протеїнази картоплі II (An et al., 1989), малої субодиниці рибулозо-1,5-бісфосфат-карбоксилази гороху (Hunt and Macdonald, 1989), зеїну кукурудзи (Wu et al., 1993), гена фотосинтезу C4 *Flaveria bidentis* (Ali i Taylor, 2001), *rbcS1* хризантеми (Outchkourov et al., 2003), хлорофіл a/b-зв'язуючих білків тютюну (*Lhcb1*) (Hasegawa et al., 2003) та ін. Нопалінсинтаза (Dericker та ін., 1982) та октопінсинтаза *Agrobacterium* (Ingelbrecht та ін., 1989; MacDonald та ін., 1991), термінатор 35S вірусу мозаїки цвітної капусти (Sanfacion та ін., 1991; 1996) також широко використовуються.

Тим не менше, зберігається постійний інтерес до виділення нових і діючих термінаторів, особливо при конструкції рекомбінантної ДНК, що містить кілька експресійних касет. При неефективній термінації транскрипції гена експресія наступних транскрипційних одиниць конструкції може знижуватись (Padidam and Cao, 2001). Тому, слід використовувати різні термінатори для різних касет генів, що містяться в одній і тій же конструкції ДНК, щоб уникнути можливого замовчування експресії генів, що може бути викликана повторним використанням однієї та тієї ж послідовності (Pérez-González, 2018).

Чмара П.О., Таран О.П.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ ІЗОЛЯТИВ ВІРУСІВ В РОСЛИННОМУ МАТЕРІАЛІ

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

Тривале зберігання рослинних вірусів є важливою вимогою в дослідженнях, пов'язаних з вірусами, та в таких прикладних програмах, як підготовка антигену для виявлення вірусів методами, заснованими на імунних властивостях вірусів (Nickel et al., 2004), у виробництві вакцин (Salazar-González et al., 2015), в генетичній трансформації для отримання стійких до патогенів трансгенних рослин (Loh et al., 2017; Schaart, 2016), а також в біотехнології для виробництва нанопрепаратів (Ren et al., 2010; Lomonosoff et Evans, 2011). Крім цього, наприклад, при виробництві тест-систем для імуноферментного аналізу та їх застосуванні у діагностуванні рослинних вірусів використання позитивних контролів - зразків, інфікованих цільовим вірусом, є обов'язковим для контролю якості реакцій. Тому розробка простих і, разом з тим, ефективних методів для збереження властивостей рослинних вірусів протягом тривалого часу, є актуальним завданням.

Найбільш поширеним методом консервування рослинного матеріалу є ліофільна сушка (ліофілізація, кріодесикація), яка є процесом дегідратації матеріалу і дозволяє зберегти біологічні продукти від розпаду та забезпечити їх фізичну і біологічну цінність на тривалий час. При ліофілізації препарати заморожуються та піддаються зниженню тиску, при цьому вода переходить із замороженого твердого стану відразу в газоподібний. Молекулярна структура матеріалу мало змінюється за такої процедури, високоякісний висушений матеріал відрізняється високою пористістю, в результаті чого первинні властивості сировини швидко відновлюються при наступному оводненні (Литвинюк и др., 2008). В даний час найбільше застосування отримала вакуумна сублимаційна сушка.

Також є повідомлення про можливість пресервації (збереження) вірусних ізолятів з використанням хімічних речовин. Збережені таким чином вірус мозаїки люцерни, кукумовірус мозаїки огірка, Х-вірус картоплі, Y-вірус картоплі і неповірус кільцевої плямистості тютюну зберігали свою інфекційність протягом 15 років, а перші два - навіть протягом 20 років. Інші віруси, такі як вірус жовтої мозаїки бобів, вірус мозаїки буряка, вірус некрозу тютюну, вірус брязкотіння тютюну, неповірус кільцевої плямистості томатів і тімовірус жовтої мозаїки турнепсу, залишалися інфекційними протягом періоду від 3 до 9 років (Dijkstra, 1998).

Хімічна пресервація вірусних ізолятів – простий у виконанні метод, який не потребує значних витрат на обладнання, порівняно з ліофільною (сублимаційною) сушкою. Метою нашої роботи було дослідження збереження ізолятів вірусів тривалий період (більше 24 місяців) з використанням різних методів. Об'єктами досліджень були ізоляти Y-вірусу картоплі та M-вірусу картоплі в листках картоплі з ознаками вірусної інфекції. Листки збирали в польових умовах у вегетаційний сезон 2017 року. Протягом 2017-2020 рр проводили дослідження збереження антигенних властивостей вірусів в ізолятах методом імуноферментного аналізу та ППР-методу.

В наших дослідженнях ми використовували два варіанти обробки зразків рослинного матеріалу, інфікованого вірусами, для тривалого зберігання: 1) матеріал листків рослин картоплі, інфікований Y-вірусом картоплі та M-вірусом картоплі, який піддавали вакуумній сублимаційній сушці на установці LyoQuest -80 (Dijkstra, 1998); 2) матеріал листків картоплі, інфікований тими ж вірусами, який піддавали хімічному висушуванню (Hall, 2014) за розробленою нами схемою.

Результати досліджень показали, що при ліофільній сушці збереженість ізолятів вірусів не перевищувала 18 місяців, тоді як за умов хімічної пресервації методом імуноферментного аналізу віруси можна було детектувати через 36 місяців. Таким чином,

розроблена нами схема підготовки та хімічної пресервації ізолятів вірусів у рослинному матеріалі дозволяє зберігати віруси інтактними тривалий період. Виготовлені препарати можна використовувати в якості позитивних контролів для постановки реакцій імуноферментного аналізу. Подальші дослідження будуть зосереджені на вивченні тривалості збереження інфекційності різних вірусів за умов хімічної пресервації.

Дідук М.А., Антіпов І.О.

РОЗРОБКА СИСТЕМ ДІАГНОСТИКИ ВІРУСУ МОЗАЇКИ ТУРНЕПСУ МЕТОДОМ ПЛР

Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

e-mail: marinadiduk00@gmail.com

Актуальність. Досить часто ми можемо почути про вірусні хвороби рослин, їх симптоматику, а отже необхідно знати як це захворювання правильно ідентифікувати і відповідно вилікувати. Рослинні віруси є важливою групою патогенів рослин, які спричиняють втрати врожаю серед економічно важливих культур, серед яких і турнепс. Так як вірусні захворювання на відміну від бактеріальних не піддаються лікуванню препаратами, то досить важливим є моніторинг, вчасне виявлення та попередження їх розповсюдження.

Мета роботи. Дослідити вірус мозаїки турнепсу в агроценозах України та створити праймери для розробки діагностичних тест-систем на основі полімеразної ланцюгової реакції для виявлення та ідентифікації даного вірусу.

Викладення основного матеріалу. Вірусні епідемії погіршують життя та здоров'я населення, а також призводять до значних економічних втрат у сільському та лісовому господарстві. За даними ФАО, втрати врожаю сільськогосподарських культур від вірусних хвороб можуть досягати 40% і мати для усього населення непередбачувані наслідки. Віруси призводять до негативних, незворотніх змін в рослин, а саме до порушення азотного та вуглецевого обміну, пригнічують ріст та розвиток культури, що значно знижує урожайність, а в багатьох випадках призводять до загибелі рослин [Бойко А.Л., 2003].

Турнепс (*Brassica rapa* subsp. *rapifera*) є дворічною кормовою культурою родини Хрестоцвітих або Капустяних. У промислових цілях його вирощують як харчування для худоби (макуху після пропарювання згодують худобі). Цікавим фактом є те, що турнепс є гарною медоносною культурою і за цією характеристикою він знаходиться на одному рівні із ріпаком, а запилення бджолами підвищує урожайність насіння. Насіння турнепсу містить 48-52% олії, яку використовують у лакофарбовій, миловарній, харчовій (маргариновій) та інших галузях промисловості [Мельничук М.Д., 2005].

Вірус мозаїки турнепсу (*Turnip mosaic virus* - TuMV) відноситься до найбільшої групи фітопатогенних вірусів родини *Potyviridae*. У багатьох країнах TuMV з економічної шкодочинності стоїть на другому місці, поступаючись лише вірусу мозаїки огірка (*Cucumber Mosaic Virus* – CMV). *Potyviridae* - це найбільша родина рослинних вірусів РНК, члени яких мають одноланцюгові, позитивно-чутливі гени РНК та гнучкі ниткоподібні частинки довжиною 680-900 нм та шириною 11-20 нм. В односпіральних молекул РНК із кодуючими і матричними функціями процес реплікації відбувається так, що на вихідній вірусній молекулі РНК (на плюс-нитці) за участю ферменту РНК-реплікази синтезується друга комплементарна мінус-нитка РНК, внаслідок чого, утворюється двоспиральна реплікативна форма РНК [Stephen J Wylie, 2017].

Практично у більшості рослин з родини Хрестоцвіті можна спостерігати однакові симптоми при враженні вірусом мозаїки турнепсу. Вони мають вражені ділянки розміром від 2 до 5 см, покриті круглими світло-зеленими плямами, які найкраще можна помітити з нижньої сторони листка. Пізніше тканина в місцях цих плям відмирає і вражені вірусом ділянки можуть зливатися, утворюючи великі за розміром некротичні зони, що власне може і призводити до передчасного опадання листя (дефоліація) [Антіпов І.О., 2018].

Представлений нами вірус можна визначити багатьма методами, серед яких – полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР). Полімеразна ланцюгова реакція - сучасний метод діагностики, який дозволяє проводити ідентифікацію збудника інфекційного захворювання, наприклад, за його нуклеїновою кислотою. Даний метод заснований на багаторазовому

збільшенні кількості певної ділянки ланцюга нуклеїнової кислоти. В основі цього лежить такий процес, як реплікація – синтез нуклеотидів на основі матричного ланцюга згідно з принципом комплементарності. Для проведення реакції знадобиться: Taq-ДНК-полімераза (забезпечує синтез ланцюга ДНК зі швидкістю до тисячі пар основ в хвилину), дезоксирибонуклеотидтрифосфати, праймери (короткі ділянки нуклеїнової кислоти (олігонуклеотиди), які допомагають у подальшому проводити синтез дочірньої ланцюга ДНК), буферна система (забезпечує оптимальну роботу і високий вихід продукту реакції), ДНК-матриця [Сиволап Ю.М., 1998].

Основні 3 етапи проведення ПЛР: 1) теплова денатурація дволанцюгової ДНК проходить від однієї до кількох хвилин при температурі 94-96°C. 2) відпал праймерних олігонуклеотидних послідовностей з комплементарними послідовностями на границях ДНК - мішені. Відпал зазвичай проходить від 30 секунд до кількох хвилин при 50-68 °C. 3) елонгація (подовження ланцюга), впродовж якого синтезуються комплементарні ДНК-мішені фрагменти, або амплікони. Цей етап триває від однієї до кількох хвилин при 72 °C. Результати, які отримують, аналізують, використовуючи електрофорез [Roux К.Н., 1995].

Отже, можна зробити висновки, що вірус мозаїки турнепсу (*Turnip mosaic virus* – TuMV) заражає не менш як 318 видів рослин-господарів із 156 родів 43 родин, включаючи всі оброблювані, декоративні, дикорослі і бур'яни родини Капустяні. За поширенням і шкодочинністю TuMV знаходиться на другому місці, поступаючись лише вірусу мозаїки огірка, а в деяких випадках, наприклад у Китаї, він вважається найбільш небезпечним збудником багатьох сільськогосподарських культур, перевершуючи навіть бактеріальні та грибкові патогени. За допомогою ПЛР можна визначити присутність вірусів в даному випадку у такій культурі, як турнепс. Потрібно суворо дотримуватись усіх умов проведення реакції і, зокрема умов, щоб не відбулась контамінація: використовувати чисті рукавички, одноразові пробірки і наконечники, проводити обробку поверхні столів і приладів, а також УФ обробку приміщення. Основними перевагами ПЛР є: висока чутливість, можливість діагностики не тільки гострих, а й латентних інфекцій, пряме визначення наявності збудника.

Дзуг М.С.¹, Гринчук К.В.¹, Парій М.Ф.², Симоненко Ю.В.^{2,3}

СТВОРЕННЯ РЕКОМБІНАНТНИХ ДНК КОНСТРУКЦІЙ З ГЕНАМИ СТІЙКОСТІ ДО ГЕРБІЦИДІВ ГЛІФОСАТНОЇ ГРУПИ ТА КОМАХ ВИДУ ДІАБРОТІКИ (*DIABROTICA SPP.*)

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

²Всеукраїнський науковий інститут селекції,

вул. Васильківська, 30, м. Київ, 03022

³Інститут клітинної біології і генетичної інженерії НАН України,

вул. Академіка Заболотного, 148, м. Київ, 03143

e-mail: marina.dzug@gmail.com

Кукурудза (*Zea mays*) – однорічна рослина родини злакових (*Poaceae*). Кукурудза є однією з найбільш широко розповсюджених харчових культур у світі, а також використовується як корм для тварин, як біопаливо, і як сировина в промисловості. Кукурудза була однією з основних сільськогосподарських культур в Україні протягом принаймні останнього десятиліття. Незважаючи на деякі коливання, загальною тенденцією було зростання врожаю зерна кукурудзи. У сезоні-2020 посівні площі під кукурудзою в Україні склали майже 5,39 млн га, що на 764,15 тис. га більше від аналогічного показника 2019 року (4,62 млн га). Це складало майже 35% посівної площі під усі зернові та зернобобові культури), при цьому валовий збір досягнув 29,8 млн. т, а урожайність – до 7 т/га. Для отримання високих показників врожайності необхідно контролювати ріст бур'янів та чисельність комах-шкідників.

На сьогодні найчастіше використовуються гербіциди (серед них гербіциди гліфосатної групи), використання яких є чітко регламентоване, досліджена їх токсикодинаміка та токсикокінетика, доведена безпечність для навколишнього середовища та здоров'я людини (Williams та ін., 2000). Ці гербіциди досить потужні і мають широкий спектр дії, але не є селективними і впливають на розвиток як бур'янів, так і культурних рослин. Для збереження врожайності виникає необхідність в лініях сільськогосподарських культур, які є стійкими до дії активної речовини таких гербіцидів. Окрім того, застосування ліній, що мають стійкість до комах, дозволяє не використовувати інсектициди, які забруднюють навколишнє середовище та негативно впливають на здоров'я людини. Використання ліній, що мають комплексну стійкість до гербіцидів та комах є актуальним питанням для розвитку сільського господарства.

Методи генетичної інженерії дозволяють отримати такі лінії без використання традиційних методів селекції, що економить ресурси та час. Метою і завданням дослідження було створення генетичних конструкцій для трансформації рослин з метою отримання ліній кукурудзи, одночасно стійких до гербіцидів гліфосатної групи та комах роду діабротіка (*Diabrotica spp.*). Найбільш широко використовуваним неселективним гербіцидом в даний час є гліфосат [*N*-(фосфометлил) гліцин]. Широке застосування гліфосату зумовлене його ефективністю та мінімальним токсичним впливом на середовище та людину (Williams та ін., 2000). Дія гліфосату зумовлена інгібуванням 5- енолпірувил-шикімат-3-фосфат-синтази (5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase, EPSPS). Вона виступає ключовим ферментом у біосинтезі ароматичних амінокислот (феніланін, тирозин та триптофан) бактерій та рослин (Shah D.M. та ін., 1987). У роботі була використана послідовність, що кодує модифікований фермент EPSPS, який підтримує каталітичну функцію в присутності гліфосату. Альтернативний спосіб надання рослині стійкості може бути досягнутий шляхом детоксикації гліфосату. Цей метод можливий при використанні ферментів, здатних окислювати гліфосат, наприклад, гліфосат оксидаза (glyphosate oxidoreductase, GOX) (Barry G.F. та ін., 1992). Інсектициди часто більш токсичні для людини, ніж гербіциди, оскільки дія інсектицидів направлена на біохімічні шляхи, що зустрічаються не тільки у комах, а і у

гризунів, птахів, які заселяють посіви, а також у людини. Одним із представників природних токсинів, які є смертельними для комах, але нешкідливими для ссавців, є Cry-токсини (від англ. crystal toxins), які виробляються ґрунтовою бактерією *Bacillus thuringiensis*. В широкому спектрі штамів *B. thuringiensis* виявлено понад 400 генів, що кодують Cry-токсини, які мають характерний інсектицидний спектр. Деякі Cry-токсини специфічні та впливають тільки на личинки лускокрилих шкідників, інші є токсичними для двокрилих або твердокрилих (Pierpoint, W та ін., 1996). У роботі була використана кодуюча послідовність *cry3Bb1*, що забезпечує стійкість до західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera virgifera*) (Vaughn, T. та ін., 2005).

В результаті роботи було створено дві генетичні конструкції для експресії в кукурудзі - Zm37min та Zm39max. Експресійний вектор Zm37min містить ген гліфосат оксидоредуктази (*gox*), ген 5-енолпірувілшикімат-3-фосфат-синтази (*zmepsps*), ген інсектицидного білка (*cry3bb1*), ген білка-супресора замовчування генів (*p19*). Експресійний вектор Zm39max містить ген гліфосат оксидоредуктази (*gox*), ген 5-енолпірувілшикімат-3-фосфат-синтази (*zmepsps*), що забезпечують стійкість до гліфосату, ген інсектицидного білка (*cry3bb1*), ген супресора замовчування (*p19*), селективний (*ppt*) та маркерний гени (*gus*). Гени *gox* та *zmepsps* забезпечують стійкість до гліфосату, ген *cry3bb1* кодує Cry-токсин. Білок P19 необхідний для попередження замовчування експресії генів. Зв'язуючись з малими інтерферуючими РНК (міРНК), він блокує дію РНК-інтерференції (Voignet, O. та ін., 2003). У якості селективного маркера було використано ген *bar*, що дозволяє проводити відбір трансформованих рослин на глюфосинаті, ген β -глюкуронідази (GUS) використовується як репортерний маркер для скринінгу рослин. Для збірки транскрипційних одиниць використовували метод клонування GoldenGate, що базується на використанні ендонуклеаз рестрикції IIS типу та T4 ДНК-лігази (Engler C., та ін., 2009). Всі плазмідні вектори перевіряли рестрикційним аналізом. Після трансформації компетентних клітин *Escherichia coli* та *Agrobacterium tumefaciens*, отримані колонії, перевіряли за допомогою ПЛР-аналізу з праймерами до цільових генів. Для підтвердження експресії отриманих плазмідних векторів в рослинних клітинах було проведено транз'єнтну трансформацію рослини виду *Nicotiana benthamiana* конструкцією Zm39max, що містить маркерний *gus* ген, шляхом інфільтрації листової пластини суспензією *A.tumefaciens*. Після відмивання тканин у 70% EtOH для елімінації хлорофілу, було відмічено синє забарвлення клітин, що свідчить про ефективну експресію маркерного *gus* гену. Завдяки цьому експерименту можливо припустити функціональність отриманих векторів. Однак необхідна стабільна трансформація рослин для отримання стійких ліній. Ефективність експресії EPSPS та GOX можна визначати за стійкістю рослин до гліфосату А також аналіз експресії генів необхідно перевірити на рівні ДНК, РНК та білків, що потребує подальших експериментів.

Федорченко М. Р., Іванова Т. В.,

**АНТИГЕННІ ДІАГНОСТИКУМИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ, ОДЕРЖАННЯ
ТА ВИПРОБОВУВАННЯ ЇХ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ**

Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

e-mail: fedorchenko.mariia@gmail.com

Збереження та захист здоров'я населення є одним із пріоритетних напрямків наукового прогресу. Враховуючи стан навколишнього середовища, соціально-економічні та санітарно-гігієнічні умови життя виникає загроза ураження людей інфекційними захворюваннями, а також не виключається загроза біотероризму. Тому за останні роки досить актуальною стала тема розробки і виробництва пробіотиків на основі спороутворюючих бактерій, рекомбінантних препаратів та діагностикумів.

Діагностикуми – це специфічні біологічні препарати які призначені для розпізнавання інфекційних захворювань ідентифікації чи типізації її збудників. До них відносяться діагностикуми (антигени), діагностичні сироватки, бактеріофаги та моноклональні антитіла.

Імунологічні системи детекції мають високу чутливість і специфічність, будучи в той же час досить простими. Вони широко використовуються для тестування лікарських препаратів, оцінки та моніторингу різних онкологічних захворювань, визначення специфічних метаболітів, ідентифікації і контролю патогенних мікроорганізмів, але мають і свої обмеження. Якщо молекулою-мішенню є білок, то необхідно забезпечити експресію детермінування його генів і створити умови, в яких не відбувається маскування або блокування сайту зв'язування з антитілом. Традиційні процедури діагностики збудників інфекції спиралися або на набір характеристик патогенного мікроорганізму, або, що краще, на одну унікальну, легко помітну його особливість. Наприклад, деякі збудники виробляють специфічні біохімічні сполуки, які і необхідно виявити в біологічному зразку. Часто подібну маркерну молекулу можна виявити безпосередньо, провівши високоспецифічний біохімічний аналіз. Але такий підхід неминуче призведе до збільшення числа індивідуалізованих систем детекції патогенних мікроорганізмів. Більш кращим був би універсальний метод, що дозволяє виявляти будь-яку маркерну молекулу незалежно від її хімічної природи. Саме таким є метод, заснований на ідентифікації комплексів антиген-антитіло. [Воробйов А.А., 2003 р.]

Існує цілий ряд підходів, що дозволяють визначити, чи відбулося зв'язування антитіла з антигеном-мішенню. Один з них – це ферментний імуносорбентний аналіз (ELISA), який часто використовували для діагностики. Процедура включає наступні етапи.:

- 1) Зразок, в якому хочуть виявити специфічну молекулу або мікроорганізм, фіксували на твердій основі, наприклад на пластикових мікротитрувальних плашках, зазвичай має 96 лунок.
- 2) До фіксованого зразка додали антитіло, специфічне до маркерної молекули (перше антитіло), потім промивали лунку, щоб видалити незв'язану молекули першого антитіла.
- 3) Додається друге антитіло, яке специфічно зв'язується з першим антитілом і не взаємодіє з маркерною молекулою. До цього антитіла приєднаний фермент (наприклад, лужна фосфатаза, пероксидаза або уреаза), що каталізує перетворення незафарбованого субстрату в забарвлений продукт. Промивали лунку, щоб видалити незв'язану молекулу кон'югата іншого антитіла-фермент.

Якщо перше антитіло не зв'язується з мішенню зразка, то воно видаляється при першому промиванні. Оскільки при цьому кон'югату іншого антитіла - фермент ні з чим зв'язуватися, він видаляється при другому промиванні, і зразок залишається незабарвленим. Якщо зв'язування з мішенню відбувається, то друге антитіло приєднується до першого, і кон'югований фермент каталізує утворення легко реєстрованого пофарбованого продукту.

Основний принцип ELISA - специфічне зв'язування першого антитіла з мішенню. Якщо молекула-мішень являє собою білок, то його очищений препарат зазвичай використовували для отримання антитіл, за допомогою яких потім і виявляють цю ціль. Антитіла, які утворюються в сироватці (антисироватки) крові імунізованих тварини (зазвичай кролика), зв'язувалися з різними антигенними детермінантами (епітопами) молекули-мішені. Таку суміш антитіл називали поліклональних препаратом.

Використання поліклональних антитіл має два недоліки, істотних для деяких методів діагностики: 1) зміст окремих антитіл в поліклональному препараті може варіювати від однієї партії до іншої; 2) поліклональні антитіла не можна застосовували, якщо необхідно розрізнити дві подібні мішені, тобто коли патогенна (мішень) і непатогенна (НЕ-мішень) форми розрізняються єдиною детермінантою. Однак ці проблеми цілком вирішувані, оскільки зараз навчилися отримувати препарати антитіл, вироблених до однієї антигенної детермінанти, тобто препарати моноклональних антитіл. [Єгоров Н. С., 1989 р.]

Профілактика і лікування, засновані на імунологічних принципах, можуть стати вирішальним засобом зниження смертності, збільшення тривалості та поліпшення якості життя всіх вікових груп населення. На основі імунологічних реакцій створені сотні сучасних діагностичних систем, за допомогою яких діагностують інфекційні (ВІЛ-інфекції, грип, черевний тиф, чума, холера, хламідіоз, вірусні гепатити тощо). І неінфекційні (онкологічні, алергічні, імунопатологічні) хвороби. Імунологічні методи діагностики специфічні, високочутливі і достовірні, тому знаходять широке застосування в екології і медицині.

Застосування антигенних діагностиків є перспективним засобом ідентифікації інфекційних хвороб, що в свою чергу дозволить вчасно вжити заходів щодо запобігання розповсюдження інфекції, а також своєчасно розпочати лікування.

Гнатюк І.С.^{1,2}, Варченко О.І.^{1,2}, Парій М.Ф.², Симоненко Ю.В.^{1,2}

СТВОРЕННЯ ГЕНЕТИЧНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ДЛЯ РЕДАГУВАННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ РІПАКУ

¹Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України,
вул. Академіка Заболотного, 148, м. Київ, 03143, Україна,
e-mail: info@icbge.org.ua

²ТОВ «Всеукраїнський науковий інститут селекції»,
вул. Васильківська, 30, м. Київ, 03022, Україна,
e-mail: info@vnis.com.ua, ignatyuk94@gmail.com

Технологія редагування геному CRISPR (clustered regularly interspaced short palindromic repeats) / Cas9 є високоточним інструментом генетичної інженерії, що на сьогоднішній день широко використовується для отримання нових сортів сільськогосподарських рослин. Система CRISPR/Cas9 здійснює впізнавання послідовності-мішені за рахунок комплементарної взаємодії між некодуючою РНК і ДНК цільових сайтів. Білок Cas9 – ендонуклеаза, яка здійснює розрізання ланцюга ДНК, вносячи в нього як окремі точкові мутації, так і більші за розміром делеції. Внаслідок цього процесу ген може бути інактивований, продукт його експресії може виявитись нефункціональним або набувати нових властивостей (Doudna, 2014). Таким чином, використовуючи даний метод геномного редагування, можна отримати рослини з новими цінними властивостями. Ріпак (*Brassica napus* L.) – важлива олійна культура, насіння якої містить три основні ненасичені жирні кислоти: олеїнову, лінолеву та ліноленову. Переважаючий вміст олеїнової кислоти є однією з цілей селекції, оскільки це підвищує термічну стійкість олії та робить її більш придатною для вживання в їжу (Okuzaki, 2018). Таким чином, метою нашого дослідження було створити генетичну конструкцію на основі системи редагування геному CRISPR/Cas9 для зміни жирнокислотного складу ріпаку *Brassica napus* L. в сторону накопичення олеїнової кислоти.

Генетичну конструкцію створювали за допомогою методу модульного молекулярного клонування Golden Gate (MoClo) (Engler, 2008; Weber, 2011). Для створення транскрипційних одиниць використовували наступні елементи (модулі L0 рівня): 1) рІСН45089 – подвійний 35S промотор вірусу мозаїки цвітної капусти CaMV (Cauliflower Mosaic Virus); рAGM1479 – 5'UTR, Ω (вірус тютюнової мозаїки) + N-кінцевий HIS-тег (6х полігістидин); рSPE2050 – послідовність гена Cas9 + сигнальний пептид ядерної локалізації та рІСН72400 – термінатор гена *g7* разом з сигналом поліаденілювання та 3'-послідовністю (3'UTR), що не транлюється (*A. tumefaciens*); 2) рІСЛ12006 – промотор + 5'-послідовність (5'UTR), що не транлюється, вірусу мозаїки жилок маніоки; рІСН43844 – послідовність гена фосфінотрицин-N-ацетилтрансферази, *bar* (*S. hygrosopicus*) з інтроном, який було виділено з гена *act2* (*A. thaliana*) та рІСН41414 – 35s термінатор разом з сигналом поліаденілювання та 3'-послідовністю (3'UTR), що не транлюється, з вірусу тютюнової мозаїки TMV (Tobacco Mosaic Virus). Рестрикційні ферменти та лігазу T4 використовували відповідно до статті Engler зі спів. (2008).

Дві комплементарно синтезовані оліго-ДНК (Macrogen, Seoul, Rep. of Korea) для кожного з двох цільових сайтів FAD2_Aa, Aa1 (5'-attggttctctctctgattgcaaa-3';5'-aaacttgacaatcagaagaggaac-3') та Aa2 (5'-attggaccatcaggcaactcct-3';5'-aaacaggagttgcctcgcgatggtc-3') відпалювали протягом 5 хв при температурі 95°C. Дволанцюгові послідовності ДНК клонували у вектор-акцептор рUC19_AtU6oligo по сайтам рестрикції BbsI (Okuzaki, 2018). Фрагменти ДНК, що несуть інформацію про направляючі РНК, скаффолд-послідовності та промотор AtU6 синтезували за допомогою ПЛР з використанням полімерази точного синтезу q5 та виділяли з агарозного гелю.

Для створення транскрипційних одиниць першого рівня (вектори L1 рівня) реакційна суміш включала: по 100 нг кожної клонованої послідовності та 100 нг вектору першого рівня, 1,5 мкл 10x лігазного буфера (Thermo Fisher Scientific), 0,15 мкл 10 мг/мл стоку BSA (бичачий сироватковий альбумін), 2 одиниці рестриктази *BsaI*, 3 одиниці лігази T4 та доводили до кінцевого об'єму 15 мкл деіонізованою водою Milli-Q. Реакційну суміш інкубували в термостаті при 37°C протягом 3 год. Інактивацію здійснювали 5 хв. при 50°C і 5 хв. при 80°C.

Чотири транскрипційні одиниці першого рівня (pSPE2054, pSPE2055, pSPE2056 та pSPG2057) трансформували в компетентні клітини *Escherichia coli* Fasta методом heat-shock (Froger, 2007) та відбирали позитивні колонії методом біло-блакитної селекції (Sambrook, 1989).

Для створення генетичної конструкції pSPE2058 другого рівня (вектор L2 рівня) реакційна суміш включала: по 100 нг кожної клонованої транскрипційної одиниці у векторах першого рівня та 100 нг вектора другого рівня, 1,5 мкл 10x лігазного буфера (Thermo Fisher Scientific), 0,15 мкл 10 мг/мл стоку BSA (бичачий сироватковий альбумін), 2 одиниці рестриктази *VpiI*, 3 одиниці лігази T4 та доводили до кінцевого об'єму 15 мкл деіонізованою водою Milli-Q. Реакційну суміш інкубували в термостаті при 37°C протягом 3 год. Інактивацію здійснювали 5 хв. при 50°C і 5 хв. при 80°C.

Рекомбінантну плазмідну ДНК трансформували як у штам *Escherichia coli* Neb, так і в штам *Agrobacterium tumefaciens* GV3101.

На першому етапі створення конструкцій всі елементи (модулі в L0 рівнях) перевіряли рестрикційним аналізом. Всі модулі клонували в кінцевий вектор для збірки (вектор L1 рівня), що містить ген *lacZ*, який кодує фермент β-галактозидазу, для біло-блакитного скринінгу бактерій. В результаті першого етапу роботи нами було клоновано чотири генетичні конструкції першого рівня – pSPE2054, pSPE2055, pSPE2056 та pSPG2057, які містили окремі транскрипційні одиниці для експресії гена бактеріального білка Cas9, генів направляючих послідовностей для редагування геному ріпаку – Aa1 та Aa2 і гена фосфінотрицин-N-ацетилтрансферази *bar* для відбору трансгенних рослин в культурі *in vitro*. Біло-блакитний скринінг дозволив швидко детектувати колонії з ймовірно позитивним результатом. Створені конструкції перевіряли ПЛР та рестрикційним аналізом.

Таким чином, в результаті роботи нами було створено генетичну конструкцію pSPE2058, що несе ген синтезу бактеріальної ендонуклеази Cas9, направляючі послідовності для редагування геному ріпаку з метою накопичення олеїнової кислоти – Aa1 та Aa2, а також селективний ген фосфінотрицин-N-ацетилтрансферази *bar*. Створена генетична конструкція може бути використана для редагування геному рослин ріпаку в наукових та прикладних цілях.

Храпачевський В., Бородай В. В.

БЕТА-ГАЛКТОЗИДАЗНА АКТИВНІСТЬ МОЛОЧНОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ ТА ЇЇ РОЛЬ ДЛЯ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

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

Молочнокислі бактерії – це грам-позитивні бактерії, які мають форму паличок або коків, характеризуються спільними метаболічними і фізіологічними характеристиками, не здатні утворювати спори. Дана група бактерій здатна проявляти свою антагоністичну діяльність щодо патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів, приймає безпосередню участь в захисті функцій імунної системи організму, тому дається змога цим бактеріям підсилювати імунітет людини, а також не менш важливою функцією молочнокислих бактерій є саме підтримання складу лактози і галактози в організмі людини.

Метою роботи було визначити ефективність даної бета-галактозидазної активності на прикладі деяких молочнокислих бактерій і яку вона має роль для організму людини

Активність β -галактозидази є одним із критеріїв відбору штамів у складі бактеріального препарату ферментованих молочних продуктів спеціального призначення [3]. Цей фермент є ключем до розкладання лактози в молоці дріжджовими мікроорганізмами. Одним з важливих критеріїв складу ферментованих композицій при виробництві кисломолочних продуктів є їх склад.

β -галактозидаза - це важливий фермент, який виконує реакцію гідролізу β -глікозидних ділянок, утворених самою галактозою. Даний фермент також може розкласти фукозид та арабінозид, але їхня активність дуже низька. Дефіцит ферменту може спричинити слиновиділення галактози або синдром Morquio B. У кишкової палички ген β -галактозидази (ген *lacZ*) існує як частина регульованої лактозної оперонової системи, яка не існує в глюкозі, і вона активується у присутності лактози. Бета-галактозидаза має багато гомологів, представлених подібними поліпептидними послідовностями. β -галактозидаза інгібується L-рибозою, неконкурентно інгібується йодом і конкурентно інгібується D-галактоном, IPTG та галактозою [2].

Лактоза - харчовий субстрат, який в основному використовується для виробництва молочної кислоти та біфідобактерій. Наявність невеликої кількості лактози в товстій кишці необхідна для підкислення вмісту та формування нормальної кишкової флори. У разі зниження активності лактази, лактоза, яка не розщепилася в тонкому кишечнику, надмірно потрапить у товстий кишечник. У цьому випадку β -галактозидаза молочнокислих бактерій перетвориться на коротколанцюгові жирні кислоти, молочну кислоту і піруватна кислота та вуглекислий газ.

Непрямою характеристикою активності β -галактозидази молочної кислоти та біфідобактерій є їх кислотоутворююча здатність, яка може визначати кількість розщепленої лактози та індекс активності ферментації лактози. Було встановлено, що порівняно з *Bifidobacterium*, *Escherichia coli* та *Lactococcus*, штамом, який виробляє найбільше лактази, є *Streptococcus thermophilus*. Фермент, вироблений *S. thermophilus*, характеризується високою активністю та стабільністю при рН молока 6,68 [4].

Водночас, як показали F. Bouzar, J. Cernung, M. Desmazeaud, *S. thermophilus* (за активного росту) до настання стаціонарної фази росту майже вдвічі менше розщеплюють лактозу порівняно з лактобацилами *L. delbrueckii*, відповідно 14-28 % та 42 % від її початкової кількості у молоці [1].

На сьогодні організм людей старшого віку не може самостійно виділяти лактозу з їжі, яку вживає сама людина: молоко, яйця, сири, масло тощо. Тому фермент β -галактозидаза допомагає більш ефективно всмоктувати лактозу в організм, який його потребує у достатній кількості. Його активний центр має здатність зв'язуватися з D-глюкозою та D-галактозою

(двома моносахаридами, що утворюють лактозу) [3]. Це особливо характерно для D-галактози, але специфічно для глюкози, тому цей фермент може діяти на інші галактози. У кишечнику людини основною функцією цього ферменту є всмоктування лактози з їжі, оскільки вона знаходиться у внутрішній порожнині плазматичної мембрани клітин кишечника.

Отже, даний фермент є дійсно важливим активним центром для перетравлювання лактози, його активність дає змогу більш ефективно і доцільно всмоктувати з їжі лактозу і підтримувати її постійний вміст в організмі людини.

Список використаної літератури

1. Bouzar, F. Exopolysaccharide production and texture-promoting abilities of mixed-strain starter cultures in yogurt production / F. Bouzar, J. Cernung, M. Desmazeaud // *Journal of dairy science*. – 1997. – 80, №10. – P. 2310-2317.
2. Juers, Douglas H.; Nakda, Shamina; Matthews, Brian W.; Huber, Reuben E. (2003-11-01)
3. β-галактозидазна активність бактерій як критерій відбору штамів до складу бактеріальних препаратів / Потемська О. І., Кігель Н. Ф. // *Food Science and Technology* 11(3), 2017.
4. Ганина, В.И. β-галактозидазная активность молочнокислых бактерий и бифидобактерий / Ганина В.И., Калинина Л.В., Большакова Е.В. // *Молочная промышленность*. – 2002. – № 8. – С. 36-37.

Кучерявий І.^{1,3}, Карелов А.^{1,2}, Созінова О.^{1,2}, Бородай В.³
МОЛЕКУЛЯРНА ОЦІНКА ГЕНІВ СТІЙКОСТІ ДО ЗБУДНИКА СТЕБЛОВОЇ ІРЖІ У
ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ

¹Інститут захисту рослин НААН України,
вул. Васильківська, 33, 03022, м. Київ, Україна

²Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України
вул. Осиповського 2А, м. Київ, 04123

³Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041
e-mail: kucheriavy19@gmail.com

Пшениця (*Triticum L.*) - одна з важливих сільськогосподарських культур поруч з такими культурами як ячмінь (*Hordeum*) та кукурудза (*Zea mays*). Фітопатогенний спектр пшениці дуже різноманітний, включаючи віруси, гриби, бактерії, нематоди. Серед патогенів пшениці особливу увагу слід приділити представникам грибного царства. Вони характеризуються порівняно невеликими розмірами та геномною пластичністю, можуть мутувати та утворювати раси, стійкі до хімічних речовин, вірулентні до загальних та попередньо ефективних генів стійкості та можуть витримувати несприятливе середовище протягом декількох років (Singh et al, 2015).

За останнє десятиліття серйозну стурбованість дає поява групи стеблової іржі з кодовою назвою "Ug99" (Aktar-Uz-Zaman et. al, 2017). Збудник є гриби *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici*. Представники групи Ug99 є вірулентними для відомих на сьогоднішній день генів стійкості до пшениці м'якої, демонструючи високу динаміку розподілу та мутагенну здатність. Фактори, які роблять стеблову іржу, є особливо небезпечними - надзвичайний поліморфізм та здатність до мутагену в патогені; в даний час є понад 300 рас *P. graminis*.

Метою роботи було визначення за допомогою молекулярних маркерів генів стійкості до збудника стеблової іржі у лініях пшениці м'якої та надання належної молекулярної оцінки цим лініям.

Для проведення даного дослідження було взято деякі лінії канадських ярих пшениць: DH31 (*Sr33*, *Sr39*), DK20 (*Sr33*), RL5711(*Sr39*) (Casey, et. al, 2016). Також було взято озимий матеріал пшениці: сім'ї F4 від схрещення DH31 x Мирхад, сім'ї F3 Соломія x RL5711, сім'ї F2 Samurai x RL5711. В якості молекулярного методу дослідження було використано метод полімеразно-ланцюгової реакції з використанням молекулярних маркерів: *Sr39#22r* (Forward 5'-AGAGAAGATAAGCAGTAAACATG - Reverse 5'-TGCTGTCATGAGAGGAACCTCTG-3'), *Sr39F2R3* (Forward 5'AGAGAGAGTAGAAGAGCTGC3' Reverse 5'AGAGAGAGAGCATCCACC3') (Casey, et. al, 2016) та *Sr33* (Forward A1 5'-GCCAGTAATTTTCCTGAAATATTGTATTAA-3' Reverse A2 5'-TCAAATATTACAATGGTTAGGTGCATC-3') (Casey, et. al, 2016) з подальшою візуалізацією на електрофорезі (Карелов та інші, 2020).

У ході дослідження за допомогою молекулярних маркерів було проаналізовано групу штамів пшениці самовідбору та вибрано як потенційних донорів генів *Sr33* та *Sr39*, які забезпечують стійкість до Ug99 стовбурової іржі. У присутності гена стійкості *Sr33* ампліфікували продукт ПЛР 254 п.н. Очікувана довжина амплікону маркерної послідовності, асоційованого з алелем стабільності гена *Sr39*, становить 818 п.н.

Отже, у 8 лініях F4 DH31 x Мирхад було ідентифіковано як фрагмент транслокації гена *Sr39*, 17 – ген *Sr33*. Насінневий матеріал у поєднанні з цими генами можна використовувати для подальшої роботи щодо зменшення фрагментів інфільтрації та отримання сортів з високою продуктивністю, конкурентними характеристиками випічки борошна та стійкістю до іржі стебла. У матеріалі F3 ген Соломія x RL5711 інтересу не було виявлено.

Список використаної літератури

1. Aktar-Uz-Zaman M, Tuhina-Khatun M, Musa Hanafi M, Sahebi M (2017) Genetic analysis of rust resistance genes in global wheat cultivars: an overview. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 31(3): 431–445.
2. Casey LW, Lavrencic P, Bentham AR [et al.] (2016) The CC domain structure from the wheat stem rust resistance protein Sr33 challenges paradigms for dimerization in plant NLR proteins. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 113(45): 12856-12861. *Biotechnol.*, 1999, vol. 2. no 1, pp. 35–40
3. Singh RP, Hodson DP, Jin Y, [et al.] (2015) Emergence and Spread of New Races of Wheat Stem Rust Fungus: Continued Threat to Food Security and Prospects of Genetic Control. *Phytopathology*. 105(7): 872-884.
4. Карелов А. В., Козуб Н. О., Созінов І. О., Янсе Л. А., Созінова О. І., Блюм Я. Б., Борзих О. І. Біотехнологічне визначення помірної стійкості до некротрофних патогенних грибів у пшениці м'якої: методичні рекомендації. Київ: Аграрна наука, 2020. 32 с.

Кириченко С.О.^{1,2}, Созінова О.І.¹, Бородай В.В.²

**ПІДБІР МОЛЕКУЛЯРНИХ МАРКЕРІВ ДЛЯ ОЦІНКИ СОРТІВ КАРТОПЛІ ЗА ГЕНАМИ
СТІЙКОСТІ ДО ХВОРОБ ТА ШКІДНИКІВ**

¹Інститут захисту рослин НААН України,

вул. Васильківська, 33, 03022, м. Київ, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

aswd@i.ua

Кожного року сучасна наука стикається з все складнішими викликами. Агропромисловий сектор в ХХІ столітті має багату історію включення в себе високих технологій. Та все ж, він має одну головну проблему, яку досі ніхто не розв'язав – це забруднення природного навколишнього середовища пестицидами. Хімічні засоби захисту показали свою ефективність, а також те, що деякі з них уже багато років не можуть повністю розкластися.

З кожним роком ця тема стає все більш актуальною, через те, що імунність сорту поступово втрачається через набуття збудником природних умов до ураження навіть імунних сортів, а також через більшу забрудненість навколишнього середовища пестицидами та їх залишковими кількостями. Разом з тим з'являються нові раси збудника, або підвиди шкідників. І для запобігання забруднення навколишнього середовища хімічними засобами імунологічний захист і селекційний підбір стійких видів буде набувати все більшої популярності.

Роль молекулярних маркерів в сучасній генетиці важко переоцінити. З їх допомогою були створені молекулярні карти генома людини і безліч видів рослин і тварин, в яких було нанесено гени, що визначають ріст і розвиток організмів, морфологічні ознаки, стійкість до захворювань та інші властивості. Молекулярні маркери застосовуються як в фундаментальних (наприклад в філогенетичному аналізі і в пошуку корисних генів) так і прикладних дослідженнях (наприклад, в маркерній селекції, при встановленні батьківства і контролі руху харчових продуктів).

Метою роботи є підбір молекулярних маркерів для оцінки сортів картоплі за генами стійкості до збудників хвороб, шкідників (на прикладі золотистої картопляної нематоди).

Завданням було визначити стійкість сортів картоплі до певних збудників захворювання, вибірка таких сортів з метою рекомендації їх до селективного добору, для створення ліній стійких сортів. Об'єктом досліджень є сорти картоплі (*Solanum tuberosum* L.). Предметом досліджень є гени стійкості до збудників хвороб картоплі.

У ході проведення дослідження було використано молекулярно-біологічні методи, а саме ПЛР аналіз з використанням молекулярних маркерів та метод електрофорезу з подальшою візуалізацією. У таблиці 1 представлено молекулярні маркери для оцінки сортів картоплі за генами стійкості до збудників хвороб, шкідників (табл. 1).

Для дослідження було проаналізовано зразки картоплі української селекції на стійкість до карантинних видів кореневих нематод *Globodera rostochiensis*, що є одним із небезпечних шкідників картоплі. Для точного результату було використано ПЛР-аналіз для молекулярного маркера TG 689 (SCAR) з такими умовами: 94 °C, 10 хв; 5 циклів – 94 °C, 30 с; 68 °C, 30 с; 72 °C, 1 хв; 35 циклів – 94 °C, 30 с; 58 °C, 30 с; 72 °C, 1 хв; 72 °C, 5 хв (Dhanasekaran et. al, 2010).

За результатами проведення ПЛР-аналізу було встановлено, що більшість представлених для аналізу сортів картоплі української селекції виявились стійкими до цього шкідника. Впровадження нових стійких сортів дасть можливість знизити пестицидне навантаження.

Таблиця 1

Молекулярні праймери для визначення генів стійкості до збудників захворювань
[Сайнакова та інші, 2018; Рогозина та інші, 2019]

Ген	Маркер (тип)	Нуклеотидна послідовність (5-3)	Розмір фрагменту	Публікації
<i>Молекулярні маркери генів стійкості до Globodera rostochiensis</i>				
HI	TG 689 (SCAR)	F: TAAAACTCTTGGTTATAGCCTAT	141	1,2
		R: CAATAGAATGTGTTGTTTCACCAA		1,2
	57R (SCAR)	F: TGCCTGCCTCTCCGATTTCT	450	1,2
		R: GGTTTCAGCAAAAGCAAGGACGTG		1,2
Grol-4	Gro 1-4-1 (STS)	F: AAGCCACAACCTCTACTGGAG	602	1,2
		R: GATATAGTACGTAATCATGCC		1,2

Список використаних джерел

1. Сайнакова А.Б., Романова М.С., Красников С.Н., Литвинчук О.В., Алексеев Я.И., Никулин А.В., Терентьева Е.В. Исследование коллекционных образцов картофеля на наличие генетических маркеров устойчивости к фитопатогенам. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018;22(1):18-24. DOI 10.18699/VJ18.326
2. Е.В.Рогозина, Е.В.Терентьева, Е.К.Потокина, Е.Н.Юркина, А.В.Никулин, Я.И.Алексеев Генетика и селекция.Идентификация родительских форм для селекции картофеля устойчивого к болезням и вредителям, методом мультиплексного ПЦР-анализа.сельскохозяйственная биология, 2019, том 54, 1, с. 19-30
3. S. Dhanasekaran, T. Mark Doherty, John Kenneth, TB Trials Study Group. Comparison of different standards for real-time PCR-based absolute quantification // Journal of Immunological Methods. 2010. Т. 354, вып. 1—2. С. 34—39. ISSN 1872-7905. doi:

Марійко В.В., Щербакова Ю.В., Аббасов Р.Г.

**МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ЕКСПЕРТНІЙ СЛУЖБІ МВС УКРАЇНИ
ЯК ІНСТРУМЕНТ КРИМІНАЛІСТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ**

*Державний науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України
вул. Велика Кільцева, 4, м. Київ, 03170, Україна
e-mail: viacheslavmariiko@gmail.com*

Практично завжди на місці вчинення злочину можна виявити сліди біологічного походження, джерелом яких є людина: кров, сперму, піт, слину, піхвові виділення, сечу, волосся, нігті, кістки та їх фрагменти, органи і тканини людського організму, а також невидимі для людського ока контактні сліди, у яких особа залишила свої клітини, чи навіть її індивідуальний запах. І часто саме ці сліди, після дослідження судовим експертом-біологом, можуть «розказати» слідчому, за яких обставин вчинено правопорушення та вказати на конкретних осіб, які причетні до нього.

Основними завданнями біологічної експертизи в Експертній службі МВС України є криміналістична ідентифікація людини, її слідів та встановлення родинних зв'язків.

Біологічні експертизи проводяться за такими експертними спеціальностями: імунологічні дослідження (встановлення наявності крові та виділень, їх видової та групової належності, подальшого порівняльного дослідження); цитологічні дослідження (встановлення біологічної природи мікрослідів, які містять клітини, їх видової, статевої, групової, органо-тканинної належності та подальшого порівняльного дослідження); одорологічні дослідження (використання запахових слідів, які зберігаються в крові, потожирових слідах, спермі, волоссі або предметах, із якими особа мала контакт, вилучених під час огляду місця події, у розкритті злочинів за допомогою спеціально навчених собак-детекторів); дослідження волосся (дослідження мікрооб'єктів, схожих на волосся, його приналежності людині чи тварині, подальшого порівняльного дослідження); молекулярно-генетичні дослідження (встановлення генетичних ознак людини та подальшої ідентифікації).

З 1985 року – часу, коли ДНК-аналіз було вперше використано при розслідуванні злочину (P.Gill et al., 1985), до сьогодні молекулярна біологія та генетика зробили величезний крок уперед. Те, що раніше було лише фантастикою, зараз є буденною реальністю для криміналістичних лабораторій по всьому світу. Такі завдання, як установлення генетичних ознак крові, виявленої на ножі, який було вилучено на місці події; дослідження мітохондріальної ДНК особи та її бабусі по материнській лінії, для встановлення можливого родинного зв'язку між ними; установлення ДНК-профілів кісткових решток невстановлених осіб і багато інших питань криміналістичного ДНК-аналізу щоденно вирішуються судовими експертами не тільки за кордоном, а й в Україні.

Починаючи з 1994 року, метод ДНК-аналізу почав широко впроваджуватися в експертній практиці в Україні для виконання експертиз по тяжким та резонансним злочинам, таким як вбивства, вбивства зі зґвалтуваннями, викрадення осіб, підміна дітей, а також під час ідентифікації жертв катастроф та стихійних лих, тощо. Ефективність та доказовість цього типу експертиз привели до того, що вже в 1998 році в Україні на базі Державного науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України (ДНДЕКЦ МВС) було відкрито першу ДНК-лабораторію. На сьогодні в Експертній службі МВС функціонують дев'ять молекулярно-генетичних лабораторій – у ДНДЕКЦ МВС, Київському НДЕКЦ МВС, Вінницькому НДЕКЦ МВС, Волинському НДЕКЦ МВС, Запорізькому НДЕКЦ МВС, Івано-Франківському НДЕКЦ МВС, Львівському НДЕКЦ МВС, Миколаївському НДЕКЦ МВС та Харківському НДЕКЦ МВС. Усі зазначені лабораторії забезпечені сучасним обладнанням та реактивами. Крім того, найближчим часом заплановано створення ще чотирьох молекулярно-генетичних лабораторій на базі регіональних НДЕКЦ МВС.

Об'єктами молекулярно-генетичного дослідження можуть бути будь-які тканини і біологічні рідини людського організму, що містять ДНК, такі як кров, сперма, слина, епітеліальні клітини, волосся, частини органів, кістки, м'язи, шкіра тощо. Дослідженню можуть підлягати навіть мікрокількості біологічного матеріалу у вигляді слідів на твердих поверхнях чи одязі та змішані сліди, у яких наявна ДНК кількох осіб, як, наприклад, при згвалтуваннях.

В Експертній службі МВС більшість молекулярно-генетичних досліджень пов'язані з аналізом ділянок ДНК, які називають STR (Short Tandem Repeats) локусами (регіонами). Ці регіони є ділянками некодуєчої ДНК, представленими короткими нуклеотидними послідовностями (від 2 до 6 пар нуклеотидів), які повторюються певну кількість разів. Кількість таких повторів виступає ідентифікуючою ознакою і відрізняється в різних людей (за винятком однойцевих близнюків). На сьогодні в Україні використовуються набори, за допомогою яких можна встановити генетичну стать особи та одночасно дослідити 21 локус, що робить ймовірність випадкового збігу генетичних ознак у двох незалежних осіб дуже низькою (J.M. Butler et al., 2006).

Окрім аналізу STR-ділянок ядерної ДНК, у ДНДЕКЦ МВС проводяться дослідження послідовності мітохондріальної ДНК людини. Обладнання, яке використовується для таких досліджень, працює за методом масового паралельного секвенування, також відомого як секвенування нового покоління. За допомогою цього методу можна встановити повну послідовність мітохондріального геному особи. Використання сучасного обладнання та програмного забезпечення дозволяє максимально автоматизувати весь процес, що, зокрема, значно зменшує вплив людського фактору, заощаджує час, необхідний на пробопідготовку, а також спрощує інтерпретацію отриманих результатів (Zascavage R.R. et al., 2013).

Натепер в Експертній службі МВС проводиться апробація нових систем для автоматизованого виділення та пробопідготовки об'єктів, а також упровадження методу швидкого ДНК-аналізу, суть якого полягає в тому, що за допомогою всього лише одного приладу можна отримати ДНК-профіль особи вже через півтори години після відбору її зразка (Romsos E.L. et al., 2015). Крім того, технологія масового паралельного секвенування починає все ширше використовуватися в криміналістиці не лише для аналізу мітохондріальної ДНК. Існують також набори для аналізу STR-локусів, дослідження послідовності яких надає набагато більше ідентифікуючої інформації у порівнянні з дослідженням цих ділянок традиційним шляхом (Zascavage R.R. et al., 2013). Також проводяться дослідження технології масового паралельного секвенування для встановлення етнічної приналежності особи, а також установлення певних фенотипових ознак, таких як колір очей, структура та колір волосся, колір шкіри та інші (Turchia C. et al., 2020).

Отже, використання сучасної матеріально-технічної бази, постійне упровадження в повсякденну практику нових, а також удосконалення вже наявних методів та методик робить можливим виконання судових молекулярно-генетичних експертиз та проведення досліджень, які за актуальністю, якістю та достовірністю отриманих результатів стоять на одному рівні з іноземними криміналістичними ДНК-лабораторіями, що підтверджується акредитацією відповідно до вимог міжнародних стандартів ДСТУ ISO 17025 та ДСТУ ISO 17020.

Плющакова К.А., Антіпов І.О.

**ВИЗНАЧЕННЯ НУКЛЕЇНОВОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ ФРАГМЕНТА ГЕНУ БІЛКОВОЇ
ОБОЛОНКИ ВІРУСУ ОГІРКОВОЇ МОЗАЇКИ**

Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

e-mail: kateplyhk@gmail.com

Актуальність. Вірус – позаклітинна форма життя, яка вражає все живе. Рослинний світ не став виключенням. На даний момент міжнародним комітетом з таксономії вірусів (International Committee for Taxonomy of Viruses, ICTV) зареєстровано 1100 видів вірусів рослин. Відомо, що хвороби сільськогосподарських культур, збудником яких є віруси, можуть спричинити втрати врожаю до 40%. [Бойко А.Л., 2003] Саме тому вивчення вірусів рослин є актуальним і важливим завданням для науковців.

Мета роботи: дослідити декілька зразків огірку з різних агроценозів України на присутність в них фрагмента гену білкової оболонки вірусу огіркової мозаїки (ВОМ) методом ПЦР та ІФА.

Вірус огіркової мозаїки типовий представник роду *Cuscutovirus* родини *Bromoviridae*. Віріони мають ікосаедричну форму з максимальним діаметром - 30.5 нм. Вірусні препарати містять щонайменш три різних типи часток, які мають однакову морфологію і седиментаційні властивості. Тип геному – одноланцюгова РНК+, яка становить близько 18% маси віріону. РНК має 4 різні молекули (для інфекційності вірусу потрібні три більші, четверта – субгеномний месенджер для протеїна оболонки). РНК1 і РНК2 упаковані у різні частки, РНК 3 і 4, можливо, присутні разом у деяких віріонах, у деяких може бути три молекули РНК 4. Віріони можуть містити одноланцюгові сателітні РНК, присутність яких підвищує рівень концентрації і патогенності вірусу. Капсид складається з 180 ідентичних протеїнових субодиниць. [Коломієць Л.П., 2008] РНК 3 кодує білок, який бере участь у переміщенні вірусу, та містить відкриту рамку зчитування для білку оболонки. [Gallitelli D, 2000]

Вірус огіркової мозаїки вражає понад 1200 видів рослин із 100 родин одно- і дводольних рослин. [Коломієць Л.П., 2008] За даними Національної академії аграрних наук України врожайність для овочевих культур, які уражаються вірусом огіркової мозаїки, знижується від 3,3% до 80,2%. [Бойко А.Л., 2003] Вірус вражає багато важливих сільськогосподарських культур, включаючи квасолю, картоплю, гарбуз, буряк, морква, диню, горох, шпинат, томат, олійний ріпак та інші. ВОМ причиняє системні інфекції в більшості рослин-господарів, але в деяких видах протікає безсимптомно, наприклад у люцерни. Переноситься вірус при механічній інокуляції соку рослини і передається 80 видами попелиць. [Perry et al., 1994]

Для проведення аналізу уже проведених досліджень та проведення дослідження вірусної хвороби, збудником якої є вірус огіркової мозаїки було використано цілий спектр методів. Сюди входять метод візуальної діагностики, методи секвенування, філогенетичний аналіз, матеріали та методи ПЦР та методи діагностики вірусних хвороб у рослин.

Отже, знання характеристик вірусу (його ідентифікація) та інфекційного процесу є першими кроками з розроблення фітосанітарних стратегій для виробництва рослин на безвірусній основі та підвищення рівня продуктивності аграрного сектору економіки.

Shadrina R.YU., Horiunova I.I., Yemets A.I.

CHANGES IN *ATG8* AND *TUA* GENE EXPRESSION DURING AUTOPHAGY INDUCED BY MICROGRAVITY CONDITION IN *ARABIDOPSIS THALIANA*

Institute of Food Biotechnology and Genomics NAS of Ukraine,

Osipovskogo str., 2a Kyiv 123, Ukraine,

e-mail: ruslanashadrina@gmail.com

Autophagy is a catabolic process for degradation of cytoplasmic materials under environmental stress, senescence, and plant development. During autophagy, bulk and damaged organelles are delivered to the vacuole in order to recycle their constituents for maintaining essential functions and cellular homeostasis. The autophagic machinery includes autophagy-related (ATG) proteins, which work during the induction of autophagy and the development of auto-phagosomes. Biogenesis and trafficking of autophagosomes depend on cytoskeletal components. Recent studies showed that microgravity is a stress factor that affects plant morphology. That's why investigating the effects of microgravity on the expression of genes involved in the implementation of autophagy is an important and relevant topic, since it will help to understand how to adapt, regulate and grow plants in space conditions in the future.

Our aim is to study the expression of *atg8* and *tua* genes under microgravity conditions in plants. Sterile seeds of *A.thaliana* were placed to Petri dishes with Murashige and Skoog medium, 10% of saccharose, and 6.8g of agar. To simulate microgravity conditions plants were placed in clinostat machine (2 rpm) for 12 days meanwhile control samples were cultivated at 22° C and a light period of 14h per day. We have shown previously (Shadrina et al., 2019) that different cultivation time (6 – 10 days) on the clinostat machine made a distinct effect on the formation of autophagosomes in *A.thaliana* roots. That's why in this study we decided to measure expression level of *atg8* and *tua* genes after 6, 9 and 12 days of cultivation. We used real-time PCR method to detected expression and $\Delta\Delta$ CT to calculate it. *Atg8* genes have 9 isoforms, *tua* genes – 6 isoforms.

Our results showed that *atg8e*, *atg8f* and *atg8i* were overexpressed during all 6, 9, 12 - days of cultivation compared to control samples. *Atg8g* and *tua1* showed a very low level of expression and probably not involved in autophagy development under microgravity conditions. *Tua2* and *tua3* genes were overexpressed after 6 and 9 days of cultivation, we also previously have been reported overexpression of *tua2* and *tua3* genes under abiotic stress condition (Olenieva et al., 2018). Interesting fact, that none of *tua* genes didn't show overexpression after 12 days of cultivations. These results demonstrate that induction of autophagy under microgravity has an adaptive role since we found regularity in expression of *tua* genes - overexpression after 9 days of cultivation and then down expression after 12 days of microgravity condition. We also detected co-expression of *atg8a*, *atg8c*, *atg8d* and *tua2*, *tua3*, which is indirect evidence of the involvement of these genes in the realization of autophagy induced by microgravity conditions.

It was firstly studied expression level of autophagy related genes during microgravity condition. The obtained data provide the basis for further studies of the transcriptomic profiles and the development of mechanisms for control effects on their expression.

Дослідження було виконане в рамках проекту «Розробка концепції регуляції розвитку та стресо-стійкості рослин для їх адаптації до умов космічних польотів шляхом залучення клітинно-біологічних ресурсів» (ДР 0118U003742).

Шень К.В.¹, Гринчук К.В.¹, Парій М.Ф.², Симоненко Ю.В.^{2,3}

**БЕЗПЕЧНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНУ CP4 EPSPS ДЛЯ ОТРИМАННЯ
БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ РІПАКУ *BRASSICA NAPUS L.*, СТІЙКХ ДО ГЛІФОСАТУ**

¹*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

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

²*Всеукраїнський науковий інститут селекції,*

вул. Васильківська, 30, м. Київ, 03022

³*Інститут клітинної біології і генетичної інженерії НАН України,*

вул. Академіка Заболотного, 148, м. Київ, 03143

e-mail: katyusha17shen@gmail.com

Гліфосат - це гербіцид широкого спектру дії та осушувач рослин. Це фосфорорганічна сполука, зокрема фосфонат, який діє, пригнічуючи рослинний фермент 5-енолпірувільшикімат-3-фосфатсинтазу. Застосовується для знищення бур'янів, особливо однорічних широколистяних бур'янів та трав, які конкурують із культурами.

Дія гліфосату зумовлена тим, що він інгібує рослинний фермент 5-енолпірувільшикімат-3-фосфатсинтазу (EPSPS). Фермент EPSPS каталізує перенесення енолпірувільшої порції фосфоенолпірувату до 5-гідроксильної групи шикімат-3-фосфату з утворенням 5-енолпірувільшикімат-3-фосфату на передостанній стадії шикімат шляху. У рослинах, грибах та бактеріях Шікіматний шлях є критичним для біосинтезу ароматичних амінокислот, таких як тирозин, триптофан та фенілаланін. EPSPS є мішень для N-фосфонометил-глїцину (гліфосат). Гліфосат нагадує тимчасовий фосфоенолпіруват і утворює тупик комплекс з ферментом, зв'язаним з хлоропластом EPSPS, що призводить до повного гальмування шикіматного шляху. Тому, коли гліфосат потрапляє в рослину, він проникає в клітини, блокує синтез ряду амінокислоти, і рослина гине (Гнатюк І.С., та ін., 2020).

Компанія Monsanto запатентувала гліфосат як речовину-компонент гербіцидів проти бур'янів в 1970-х роках, а перший гербіцид «Roundup» (Раундап) отримав дозвіл у США у 1974 році і незабаром після цього в усіх європейських країнах. Сьогодні гліфосат залишається активним інгредієнтом у більшості таких несистемних гербіцидів як Roundup®, Tornado®, Uragan Forte®, «Тріумф», «Агрокілер» тощо, які використовуються для боротьби з однорічними та багаторічними бур'янами протягом вегетації. На сьогодні 85% вирощуваних в усьому світі ГМ-культур є стійкими до гербіцидів і майже половина (65 млн га) сільськогосподарських угідь США була засаджена у 2012 році культурами від Monsanto з стійкістю до гліфосату.

В Європейському Союзі на розгляді Європейської комісії знаходиться 14 заявок на затвердження ГМ-культур стійких до гербіцидів та зокрема до гліфосату які дозволені для комерційного виробництва. Це кукурудза, бавовна, соя і цукрові буряки. При цьому, неможливо не звернути увагу на те, що ріпак *Brassica napus L.* також входить до числа комерційно важливих культур, тому запитання створення ліній ріпаку, стійких до гліфосату є досить актуальним.

Стійкість до гліфосату отримується шляхом використання нечутливого до гліфосату *epsps* гену, виділеного з *Agrobacterium sp.* штаму CP4.

Безперечно, перш за все постає запитання безпечності використання даного гену для комерційних культур. Безпека харчових продуктів та кормів білків, що виробляються на посівах ГМ, оцінюється за допомогою дворівневого підходу, що обґрунтовує достовірність (Delaney, та ін. 2008; Codex Alimentarius 2009; Hammond та ін. 2013).

Перший рівень містить масу доказів, що підтверджують безпеку білка шляхом оцінки: історії безпечного використання, біоінформатичного аналізу, способу дії, засвоюваності *in vitro*, стійкості до тепла, рівня експресії та споживання їжі (Delaney B., та ін., 2008). На основі оцінки першого рівня не було виявлено небезпеки для CP4 EPSPS (Harrison LA., та ін. 1996; Nair RS., та ін. 2002). Ці дані першого рівня включали: (1) біоінформаційний аналіз, який не виявляє суттєвих структурних подібностей між CP4 EPSPS та білками, пов'язаними з

алергією або токсичністю, та (2) сприйнятливість CP4 EPSPS до швидкої деградації як пепсином, так і панкреатином, підтверджуючи висновок, що це білок навряд чи може бути алергічним або токсичним, і внаслідок потрапляння їжі або кормів із культур, що експресують цей білок, не відбудеться значущого впливу інтактного CP4 EPSPS (Harrison LA., та ін. 1996).

У кожному конкретному випадку підтверджувальний другий рівень тестування може бути використаний для подальшої оцінки потенціалу токсичності для ссавців за допомогою відповідної моделі на тваринах (наприклад, дослідження токсикології *in vivo*). Незважаючи на те, що при оцінці першого рівня не було виявлено жодної небезпеки, для подальшого забезпечення безпеки було проведено дослідження гострої токсичності на мишах із CP4 EPSPS. Жодних побічних ефектів не спостерігалось, коли миші отримували гостру дозу 572 мг / кг маси тіла перорально, що набагато перевищувало очікуваний вплив людини на продукти хачування, що потенційно містять CP4 EPSPS (Chinnadurai P. та ін., 2018).

Шевчук І. Ю., Богославець В.А.

МЕХАНІЗМИ ІНДУКУВАННЯ СИНТЕЗУ ТА ФУНКЦІЇ СТРЕСОВИХ БІЛКІВ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

e-mail: ivannash007@gmail.com

У процесі еволюції організм розробив і забезпечив різні механізми адаптації, які підвищують його стійкість до несприятливих факторів. Якщо шкідливий вплив на організм перевищує захисну здатність морфоанатомічних і фізіологічних адаптацій, активується наступний механізм захисту: виробництво так званих білків теплового шоку (HSP) (Веселова Т.В., Веселовский В.А., Чернавский Д.С., 1993).

HSP (heat shock proteins), виникають в результаті експресії певних генів, допомагають клітинам вижити і відновлювати фізіологічні процеси в подальшому. Кожна клітина синтезує десятки тисяч зразків різних молекул білків теплового шоку, поступово зменшуючи їх кількість, тобто синтез HSP має тимчасовий (транзитний) характер. Постійний синтез HSP неможливий через надзвичайно високі енергетичні потреби тому що вони, тимчасово захищаючи організм від руйнування, створюють умови для його подальшої довгострокової адаптації.

Продукція стресових білків відіграє істотну роль у механізмі клітинного стресу як відповіді клітини на дію екстремальних чинників різної природи. Зараз відомо, що синтез білків теплового шоку являє собою надзвичайно еволюційно давню універсальну реакцію клітин на дію не тільки термічного, а й численних інших екстремальних агентів середовища (арсеніт, важкі метали, гідроксиламін, ротенон, йодацетамід, етанол, пуроміцин тощо) (Гуральчук Ж.З. 1994). Істотно, що до індукторів продукції білків теплового шоку належать H_2O_2 , супероксидний та інші вільні окислювальні радикали, тобто агенти, які є продуктом первинної взаємодії іонізуючої радіації з живими системами.

Білки теплового шоку – це розчинні молекулярні комплекси, які виконують цілий ряд клітинних функцій і можуть взаємодіяти з усіма внутрішньоклітинними пептидами, разом з тим на поверхні антигенів, що представляють клітини, можуть існувати декілька типів рецепторів (Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. 2009). У дуже високих дозах HSP мають інгібіторну, а не активуючу дію на імунну систему, тобто шаперони можуть бути не тільки імуностимуляторами, а й імунодепресантами.

Функції HSP як шаперонів полягають у наступному:

- ✓ Згортання незрілих поліпептидних ланцюгів;
- ✓ Полегшення переміщення білків через різні клітинні компартменти;
- ✓ Модуляція білкової активності за рахунок стабілізації і / або дозрівання до функціонально компетентної конформації;
- ✓ Підтримка утворення / розщеплення мультибілкових комплексів;
- ✓ виправлення невірно згорнутих білків;
- ✓ захист білків від агрегації;
- ✓ Сприяє розщепленню повністю пошкоджених білків;
- ✓ Організація агрегатів із зруйнованих білків;
- ✓ Солюбілізація білкових агрегатів для подальшої деградації

До перших неспецифічних відповідей клітин рослин на стрес відноситься цілий комплекс однотипових реакцій (Шматько И.Г., Григорюк И.А., Шведова О.Е. 1989):

- ✓ Зниження тотальної активності синтетичних процесів;
- ✓ Катаболізм біополімерів;
- ✓ Синтез ферментів;
- ✓ Деградація білоксинтезуючого апарату;
- ✓ Утворення сполук для захисту клітин.

Амінокислотний склад стресових білків характеризується високим вмістом заряджених і полярних залишків, що визначає біохімічні властивості дегідринів, у тому числі термостабільність. Це сприяє виконанню дегідринами специфічних функцій, наприклад, попередженню ними коагуляції макромолекул за умови зневоднення клітини (Колупаєв Ю.Є. 2001).

Синтез стресових білків може індукувати надлишок АФК (активної форми кисню) або продукти пероксидного окислення ліпідів. Важлива роль у таких білках належить альтернативній оксидазі, здатній роз'єднувати окислювальне фосфорилування і зменшувати утворення АФК мітохондріями.

Отже, визначальними для існування клітин є чутливість білків та ферментів до інактивації та денатурації, їх захист. Оскільки для рослин притаманний нерухливий спосіб життя, адаптаційні захисні реакції у них знаходяться в середині клітин і безпосередньо відносяться до функціонування білосинтезуючої системи. Через це, дослідження функцій стресових білків вбачається перспективним при вивченні молекулярних механізмів адаптаційних процесів.

Совінська Р.С., Міщенко Л.Т.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА ФІЛОГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ІЗОЛЯТУ ВІРУСУ ОГІРКОВОЇ
МОЗАЇКИ У ЗРАЗКАХ ГЛАДІОЛУСІВ (*GLADIOLUS HYBRIDUS*) НА ТЕРИТОРІЇ
ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

ННЦ «Інститут біології та медицини»,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, 01601
e-mail: roksolana1@meta.ua

Гладіолуси належать до багаторічних бульбоцибулинних рослин родини *Iridaceae*, які походять з тропічних і субтропічних районів Африки та Євразії (Manning, 2008). Практика вирощування гладіолусів, як цінної квітникарської культури, бере свій початок з другої половини 16-го століття. На сьогоднішній день дослідження світового виробництва бульбоцибулин вказують, що представники родів *Gladiolus*, *Hyacinthus*, *Lilium*, *Narcissus*, *Tulipa* належать до одних із найпопулярніших для вирощування квіткових культур, які в цілому займають 90% світових посівних площ, відведених під бульбоцибулинні квіткові культури (Pragua, 2010). Гладіолуси здобули свою популярність завдяки гнучкій селекції та широкій сортовій різноманітності. Основні гібридні групи гладіолусів отримані шляхом схрещування чотирьох або п'яти видів роду *Gladiolus* з подальшим доббором: 'Grandiflorus', 'Primulines' та 'Nanus'. У представників диких видів кількість квітів варіюється від однієї до декількох штук, а діаметр квітки не перевищує 4 см. Водночас, у представників сортових форм гладіолусів квітки зібрані в однобічне, двостороннє або спіральне колосовидне суцвіття до 80 см довжиною, а забарвлення квіток має широку гаму відтінків – від чисто білого до майже чорного, темно - пурпурового (Mujib, 2016).

На території України сортові гібриди гладіолусів (*Gladiolus hybridus*) вирощують в декоративних цілях задля естетично привабливих квітів, створення букетів, квіткових кошиків на продаж або для приватного використання. Втім, фітопатогени, значну роль серед яких посідають віруси, завдають серйозних втрат квітникарській галузі, оскільки, під дією вірусної інфекції втрачаються декоративні якості рослин, що призводить до виродження сортів та ускладнення селекційного добору при створенні нових гібридних форм гладіолусів. До найбільш небезпечних і поширених вірусів, що інфікують гладіолуси, належать вірус огіркової мозаїки (cucumber mosaic virus) та вірус жовтої мозаїки квасолі (bean yellow mosaic virus). Дані віруси уражають широкий спектр хазяїв, до яких входять і економічно важливі культури, та мають стрімкі темпи поширення у агроценозах, завдяки неперситентній векторній передачі попелицями (*Aphidoidea*). Так, вірус огіркової мозаїки (CMV) здатен інфікувати понад 1200 видів рослин з більш ніж 100 родин. Вірус жовтої мозаїки квасолі (BYMV), у свою чергу, уражає понад 200 видів рослин з 14 родин (Katoch, 2013). Раніше, наявність CMV і BYMV у насадженнях гладіолусів підтверджена у Київській та Полтавській областях. Антитіла вірусу огіркової мозаїки були присутні у зразках гладіолусів зі Сумської області (Совінська, 2020). Циркуляція вірусу огіркової мозаїки на території Львівської області встановлена у рослин родини *Solanaceae* (Цвігун, 2018). Отже, метою нашого дослідження було провести діагностику зразків гладіолусів із території Львівської області для розширення територіального охоплення досліджуваних насаджень гладіолусів на наявність вірусних інфекцій в Україні, та сиквенування фрагментів гену капсидного білка можливих виявлених ізолятів вірусів з подальшим філогенетичним аналізом.

Для дослідження були відібрані у літній період 2020 року зразки гладіолусів зі східної частини території Львівської області з вірусоспецифічними симптомами: хлоротична штрихуватість і мозаїка на листках, розриви кольору на пелюстках квітки. Ідентифікація вірусних антигенів здійснювалась методом твердофазного імуоферментного аналізу в модифікації «подвійний сандвіч» (DAS-ELISA). Аналіз проводили з використанням

комерційних тест-систем до вірусу жовтої мозаїки квасолі, вірусу огіркової мозаїки виробництва Loewe (Німеччина) на полістиролових планшетах “Labsystems” у трьох повторностях. За результатами аналізу вдалось підтвердити присутність антигенів CMV у зразках листків гладіолусів. Антигени BYMV у досліджуваних зразках не виявлені.

На наступному етапі дослідження було проведено RT-PCR із праймерами до ділянки гену капсидного білка (CP) вірусу огіркової мозаїки розміром 500 пн. Одержані PCR продукти були сиквеновані на 3130 Genetic analyzer (Applied Biosystems HITACHI), використовуючи BigDye Terminator v3.1 cycle sequencing kit (Applied Biosystems). У ході дослідження було сиквеновано фрагменти гена капсидного білка (CP) розмірами 443 нк ізоляту CMV-GI-Lv-20, який поповнив базу NCBI GenBank під номером MW847711. Результати подальшого філогенетичного аналізу показали, що гладіолусний ізолят CMV-GI-Lv-20 належить до підгрупи IA, з якою відсоток подібності з представниками підгрупи варіює в межах 92.2%-98% за нуклеотидною послідовністю (нт) та 94.3%-96.7% за амінокислотною (ак). CMV-GI-Lv-20 має найбільший показник ідентичності за досліджуваним фрагментом гену CP зі бразильським ізолятом PC, виділеним з *Peperomia caperata*, (98% нк і 98,3% aa), із корейським ізолятом Apo з *Clematis apiifolia* (97% нк і 96,7% aa), італійським ізолятом SYV з *Syringa vulgaris* (96,8% нк і 96,7% aa), а також зі турецькими ізолятами CMV-Maes з *Canna sp.*, TUR83 з *Rapistrum rugosum*, TUR4 з *Brassica* (96.7% нк і 96,7% aa).

Отже, проведені дослідження свідчать про наявність вірусу огіркової мозаїки у насадженнях гладіолусів на території Львівської області з характерним помірно-континентальним кліматом та високою зволоженістю. Зважаючи на те, що гладіолус – багаторічна рослина, яка розмножується вегетативно, інфікування вірусами слугує способом збереження вірусної інфекції в колекції рослин, що призводить до виродження сортів та є ймовірним фактором поширення вірусних фітопатогенів на нові території через збут та вирощування неперевіреної та несертифікованої продукції бульбоцибулин гладіолусів. Відсутність даних про наявність вірусів на гладіолусах в інших областях України з відмінними кліматичними умовами, які можуть впливати на перебіг вірусних інфекцій і темпи їх поширення, та недостатнє вивчення джерел виникнення вірусів у насадженнях гладіолусів спонукають на подальший більш глибокий аналіз даної проблеми.

Використана література:

1. Manning J. The Iris Family: Natural History & Classification / Manning J., Goldblatt P. – 2008. Portland, Oregon: Timber Press. – 336p.
2. Pragma J.K. Performance of gladiolus genotypes for cut flower and corm production under high altitude of Uttarakh. / Pragma J. K., Ranjan B. L., Attri B. [et al.] // Indian Journal of Horticulture – 2010. – Vol. 67. P. – 386-390.
3. Mujib A. Somatic Embryogenesis in Ornamentals and Its Applications / Mujib A. [et al.] – 2016. Springer:New Delhi. – 267 p.
4. Katoch M. An overview of diagnostics for viruses infecting gladiolus / Katoch M., Ram R., Abdin M.Z. [et al.] // Crop Protection. - 2013. -Vol. 22. - P. 153-158.
5. Совінська Р. С. Ураженість рослин гладіолусів вірусом жовтої мозаїки квасолі, вірусом огіркової мозаїки та вірусом кільцевої плямистості тютюну на території деяких північних і центральних областей України / Совінська Р. С., Дуніч А. А., Міщенко Л. Т. // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченкаю – 2020. - N 2 (81). – С. 36-42.
6. Цвігун В. О. Моніторинг вірусних інфекцій, що уражують овочеві культури на території України / Цвігун В. О., Шевченко Т. П., Бойко А. Л. // Проблеми екологічної біотехнології. - 2018. – N 2.

Сингаївська В.В., Антіпов І.О.

**ТЕРМІНАТОРИ ТРАНСКРИПЦІЇ ЯК ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ РЕГУЛЯЦІЇ
ЕКСПРЕСІЇ ГЕНІВ**

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

Генна інженерія створює трансгенні рослини з поліпшеними характеристиками шляхом введення генів, що відповідають за господарсько-цінні ознаки. Відповідні регуляторні елементи, такі як промотори та термінатори, повинні бути присутніми в певних конфігураціях, щоб трансгени були належним чином експресовані в клітинах рослин (Aiqiu Xing, 2010).

Термінатор – це ділянка ДНК, яка позначає кінець гена або оперона в геномній ДНК під час транскрипції, що опосередковує її припинення взаємодіючи із новосинтезованим транскриптом, що ініціює процеси які вивільняють транскрипт із комплексу транскрипції. Ці процеси опосередковуються факторами термінації. 3'-последовність, що не транслюється мРНК або термінатор необхідні для експресії генів та термінації транскрипту РНК і поліаденілювання, а також відіграють ключову роль в обробці, локалізації, стабільності та трансляції мРНК (Proudfoot, 2004; Gilmartin, 2005).

Є три основних джерела термінаторів для генетичної інженерії рослин – рослинні віруси, бактерії та гени рослин. Було охарактеризовано та використано багато послідовностей термінаторів транскрипції рослин, таких як інгібітор протеїнази картоплі П (An et al., 1989), малої субодиниці рибулозо-1,5-бісфосфат-карбоксилази гороху (Hunt and Macdonald, 1989), зеїну кукурудзи (Wu et al., 1993), гена фотосинтезу C4 *Flaveria bidentis* (Ali i Taylor, 2001), *rbcS1* хризантеми (Outchkourov et al., 2003), хлорофіл a/b-зв'язуючих білків тютюну (*Lhcb1*) (Hasegawa et al., 2003) та ін. Нопалінсинтаза (Dericker та ін., 1982) та октопінсинтаза *Agrobacterium* (Ingelbrecht та ін., 1989; MacDonald та ін., 1991), термінатор 35S вірусу мозаїки цвітної капусти (Sanfacion та ін., 1991; 1996) також широко використовуються.

Тим не менше, зберігається постійний інтерес до виділення нових і діючих термінаторів, особливо при конструкції рекомбінантної ДНК, що містить кілька експресійних касет. При неефективній термінації транскрипції гена експресія наступних транскрипційних одиниць конструкції може знижуватись (Padidam and Cao, 2001). Тому, слід використовувати різні термінатори для різних касет генів, що містяться в одній і тій же конструкції ДНК, щоб уникнути можливого замовчування експресії генів, що може бути викликана повторним використанням однієї та тієї ж послідовності (Pérez-González, 2018).

Ваніна О. Ю., Іванова Т. В.

ОЦІНКА ПАТОГЕННОСТІ ІЗОЛЯТІВ БАКТЕРІЇ PSEUDOMONAS ВИДІЛЕНИХ З РІЗНИХ ШТАМІВ БАЗИДИОМІЦЕТІВ AGARICUS BISPORUS

*Національний університет біоресурсів та природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: olyavanina22@gmail.com*

Виробництво їстівних грибів - це високоприбуткова галузь сільського господарства. Понад 40% грибів, що культивуються, складають види роду печериці, а насамперед - печериця двоспорова (*Agaricus bisporus*). Бактеріальні ж інфекції, які вражають плодове тіла грибів, знижують їх якість, врожайність, а тим самим і прибуток. Вивчення бактеріозів печериці необхідно для розробки методів боротьби з ними, створення нових стійких та конкурентоспроможних штамів, прогнозування розповсюдження захворювань.

Відомо, що виділення бактерій з уражених місць печериці ще не свідчить про те, що вони є збудниками захворювання, тому для визначання патогенності та необхідності пошуку методів захисту, потрібно провести штучне зараження грибів чистою бактеріальною культурою.

Для інокулювання було взято попередньо виділені ізоляти з печериць, які мали ознаки бактеріального ураження, з п'яти грибних підприємств Київської області. Нами виділено 6 ізолятів, що відрізнялися за морфологічними показниками.

Було обрано свіжі плодове тіла, до яких прикріпили етикетки, зазначивши номер ізоляту бактерій та дату інокулювання (Патика В.П., 2017).

Перед зараженням плодове тіла гриба було ретельно промито стерильною водою. Для штучного зараження використовували свіжозібрані (одно- або дводобові) культури бактерій, вирощені на твердому живильному середовищі, з яких було приготовано суспензію, щільністю за стандартом помутніння 500 млн. або 1 млрд. КУО в 1 мл стерильної води. Під час визначення патогенних властивостей декількох штамів одночасно слід дотриматися правил суворої стерильності інструментів і рук осіб, які виконують зараження. Для цього після кожного зараження руки промивали у воді та протирали 96% етиловим спиртом, а голку опускали в спирт і фламбували на спиртівці.

Маленькі краплини суспензії нанесли на всю частину гриба стерильною пастерівською піпеткою, потім крізь краплю зробили легкі уколи тонкою стерильною голкою, оскільки більшість патогенних бактерій проникають через поранення. Ін'єкції зроблено трьома голочками, скріпленими на стрижні у вигляді правильного трикутника (Нетрусов А.І., 2005). Це дало можливість дотримуватися не тільки рівності умов при проведенні штучного зараження, але і порівняти отримані потім результати.

Інокульовані зразки впродовж декількох діб витримували у термостаті за температури 25 °С. Контрольні зразки розмістили на деякій відстані від дослідних, щоб запобігти передачі інфекції при зіткненні з зараженим матеріалом. На 14 добу за 4-х бальною шкалою було оцінено дослідні ізоляти з урахуванням ступеня і характеру прояву симптомів захворювання. Оцінка зараження наведена в таблиці 1

Таблиця 1

Оцінка зараження дослідних ізолятів

Ізоляти печериці					
1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	6.1
2	4	3	2	2	1

Проведені дослідження дають підстави стверджувати, що особливо патогенні бактерії під номерами 2.1 та 3.1, номери 1.1, 4.1, 5.1 – умовно патогенні, а номер 6.1 – не патогенний.

Це допоможе в пошуку дієвих заходів з експрес-визначення хвороб та контролю зараженості на ранніх стадіях розвитку грибного організму та підбору ефективних методів захисту печериці двоспорової від бактеріальних захворювань.

Кляченко О.Л., Мандрика В.Р.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛІМОРФІЗМУ СОРТІВ РІПАКУ ОЗИМОГО ТА ЯРОГО (*BRASSICA NAPUS L.*) ЗА SSR - МАРКЕРАМИ

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

Вступ. Говорячи про ріпак, ми більш не уявляємо його як нову культуру. Олійний ріпак впевнено і міцно увійшов в сівозміни господарств України, Білорусі та Росії, активно розвивається його виробництво в Казахстані і Молдові. Висока ціна на насіння олійних і ріпакову олію є основною передумовою для високої рентабельності вирощування ріпаку. Це сприяє тому, що все більша кількість сільських господарств починає вирощувати ріпак. Для переробних підприємств дана культура представляє можливість додаткової загрузки потужностей і збільшення прибутку. (Klyachenko O, Shofolova N 2015)

Перевагою ріпаку є також його висока агрономічна цінність як попередника в сівозміні (рано звільняє поле, покращує структуру і родючість ґрунту, зменшує забур'яненість полів). Обробіток зернових культур після ріпаку гарантує отримання прибавки врожаю зерна в 10 - 15%, без додаткових витрат підвищуючи продуктивність сівозміни та ефективність рослинництва в цілому.

Ініціативи ЄС по біодизелю формують величезний додатковий попит на ріпакову олію, що є одним з основних чинників значного зростання виробництва ріпаку в країнах СНД, особливо в Україні.

Матеріали і методи дослідження. Метою моєї роботи було дослідження поліморфізму сортів ріпаку озимого та ярого (*Brassica napus L.*)

Матеріалом для проведення досліджень були рослини ріпаку озимого та ярого (*Brassica napus L.*). Насіння було попередньо простерилізовано послідовним витримуванням у 70% етиловому спирті 1 хв, занурювали у приготований розчин білизни (1:3) 17 хв і тричі промивали у дистильованій воді по 10 хв.

Насіння висадили на безгормональне поживне середовище і відправили у термостат. Через деякий час пересадили рослини на середовище з 0,25 кінетину.

Виділення ДНК проводили з листків рослин ріпаку, отриманих в культурі *in vitro* за допомогою катіонного детергенту ЦТАБ з дворазовим очищенням суміші хлороформ – ізоаміловий спирт та розчин етанолу.

Молекулярно-генетичний поліморфізм сортів ріпаку визначали за допомогою ПЛР (полімеразної ланцюгової реакції) зі специфічними праймерами за трьома мікросателітними локусами (МС-локуси) - Na12-A02, F1TO-063, Ra3-H09, які було обрано на основі їх диференційної здатності. (Curn and Zaludova 2007).

ПЛР проводили на ампліфікаторі BioRad IQ5 (USA). Реакційна суміш в об'ємі 20 мкл містила: 10 нг сумарної рослинної ДНК, буфер (10 mM Tris-HCl, pH 9,0; 50 mM KCl; 0,01% Triton X-100; 2,5 mM MgCl₂) 200 мкМ дезоксинуклеозидтрифосфатів (дНТФ), 0,2 мкМ кожного з праймерів та 1 одиницю Taq-полімерази. Параметри ампліфікації для досліджених маркерів становили: початкова денатурація – 94 °С – 45 с, 49-54 °С – 45 с, 72 °С – 1 хв., заключна елонгація – 72 °С – 10 хв.

Результати і обговорення. Рівень поліморфізму для досліджуваних сортів в середньому становив 51%: найвищий рівень (87%) відмічений для маркера Na12-A02, найнижчий (33%) для F1TO-063. Відповідно до розподілу частот отриманих алелів, встановлено, що за маркером Ra3-H09 вирізнялась алель розміром 117 bp, яку ідентифіковано у сортів Данхал та Чорний велетень. Унікальними для досліджуваних сортів виявились алелі з частотою 0,06 та розміром 135 bp у сорту Aliot. Відповідно до отриманого розподілу маркеру Na12-A02 найбільше значення частоти (0,11) мала алель 192 bp, яку було

ідентифіковано у сортів Технік та НК Petrol. Унікальною виявилася маркеру FTO-063 розміру 273 bp з частотою 0,11. Вказану алель ідентифіковано у сорту Чорний велетень.

Висновки. Таким чином було встановлено, що сорти Аліот і Чорний велетень мають найбільш унікальні алелі із досліджуваних сортів за двома маркерами. Вказано, що досліджувані сорти ріпаку відрізнялися щонайменше за одним маркером.

Список літератури:

1. Klyachenko O, Shofolova N, (2015). Stability of morphogenic and ummorphogenic callus of winter rape (*Brassica napus L.*) against salt stress and it research. Scientific Reports of NULES of Ukraine 1: 1-8.
2. Curn and Zaludova, (2007). Fingerprinting of oilseed rape cultivars. Advances in Botanical Research 45: 155-179.

Nychporuk O.M.
THE MAIN DISEASES OF WINTER RAPESEED
National University of Life and Environmental Sciences Ukraine
St. Heroyiv Oborony 15, Kyiv, 03041, Ukraine
orestn99@gmail.com

Rape is a valuable oilseed crop. In terms of production, rapeseed oil is in third place after Olive and soybean [1,2]. However, many harmful organisms cause significant crop shortages every year.

The dominant diseases in rape crops in the forest-steppe zone are alternariosis, phomosis and fusarium wilting. Favorable conditions for the spread of these diseases are a period of dry and hot weather with periodic precipitation [3,4].

Aiternaria brassicae Sacc. can affect the host at all stages of growth. Symptoms of damage appear on the stems and pods in the form of dark spots, different in size and shape, which merge, cover a significant part of the surface of the stem or branches, which can lead to yield losses of about 30-50%.

Phoma lingam Desm mushroom is the causative agent of rapeseed phomosis. The disease is found in Europe, Australia, America, North Caucasus, Belarus, Ukraine and other countries of the world [5]. Phomosis affects seedlings, adult rapeseed plants. Pale, vague spots with black fungal pycnidia appear on the cotyledons; the bark at the bottom of the stem brightens and becomes gray.

According to the observations, the symptoms that were observed in the disease of rape with *Fusarium* wilt *Fusarium oxysporum f.sp. conglutinans*, namely yellowing of leaves followed by irregular brown necrosis of the edges. The lesions have grown together, forming large necrotic areas, which led to strong defoliation, starting from the lower leaves. The affected plants were stunted and had small seedless pods.

The main sources of disease damage are plant debris and diseased seeds. Also, some diseases can affect cruciferous weeds, and from there the crops are already overgrown.

The harm of diseases is manifested in the liquefaction of the ladder, a decrease in the assimilation surface of plants, a decrease in the feeding qualities of the green mass of rape, the mass of 1000 seeds, sowing and technological qualities of seeds are significantly reduced. The yield shortfall from damage to plants by these diseases can be up to 50% or more.

So, one of the main measures for protecting rapeseed from diseases is compliance with the requirements of the zonal technology for growing rapeseed (soil cultivation, fertilization system, sowing dates and seeding rates), the use of resistant varieties and hybrids, the timely use of protective equipment, the destruction of post-harvest residues. It is important to observe spatial isolation between cabbage crops, prevent excessive fertilization of plants with nitrogen fertilizers from autumn, timely destruction of the surface crust at the rapeseed ladder.

Список використаної літератури :

1. Стратегічні культури /С. О. Трибель, С. В. Ретьман, О.І. Борзих,С 83 О. О. Стригун; за ред. С. О. Трибеля.- К.: Фенікс, Колобів, 2012. 368 с.
2. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / [Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В., Корнійчук О.В.]; за ред. В.В. Лихочвора, В.Ф.Петриченка. – Львів: НВФ «Українські технології», 2010.
3. Трибель С.О. Проблеми фіто санітарії ріпаку та підвищення ефективності захисних заходів/ С.О. Трибель, О.О.Стригун// Агроном.- №1.- лютий.- 2013.- С.118-128.
4. Хвороби ріпаку в Україні та в світі / М. Мірошниченко, М. Лісовий, В. Бабинін, В. Казаков // Спецвипуск ж. Пропозиція. Осимий ріпак від А до Я / — 2015. — С. 30-32.
5. Alvarez, A.M., A.A. Benedict, C.Y. Mizumoto, J.E. Hunter & D.W. Gabriel, 1994. Serological, pathological, and genetic diversity among strains of *Xanthomonas campestris* infecting crucifers. *Phytopathology* 84: 1449-1457.

СЕКЦІЯ 5

БІОТЕХНОЛОГІЇ В ТВАРИННИЦТВІ

УДК 577.1, 612.014, 636.4

Канюка О.Ю.

ВПЛИВ ГЕНОТИПА *mc4r* НА СКЛАД М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ СВИНЕЙ

Полтавський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС

Пров. Рибальський, 8, м. Полтава, 36000, Україна

e-mail: olekanyuka@gmail.com

Ген рецептора меланокортина-4 (*mc4r*) у свиней локалізований на хромосомі 1q22-q27 (І. К. Лядський, 2010). Транскрипт *mc4r* виявлений лише в гіпоталамусі свиней (S. Cirera, 2014) проте також може бути вираженим в м'язовій тканині (Su-Mei Zhao, 2012). Він впливає на функцію відповідного білка (A. Stinckens, 2009) та виявляється в основному в центральній нервовій системі (Ya-Xiong Tao, 2010). Встановлено, що одинична нуклеотидна заміна в цьому гені аспарагінової кислоти на аспарагін у положенні 298 (*Asp298Asn*) у свиней впливає на швидкість росту, коефіцієнт конверсії корму, добовий приріст ваги та товщину шпику (A Van den Broeke, 2015, M. Switonski, 2013) та не пов'язана з генами *Lepr*, *PK3C3* і *VRTN* (Kensuke Hirose, 2014). Ген приймає участь в механізмах контролю апетиту (M Szyndler-Nędza, 2013) та енергетичного гомеостазу через кодування G білка трансмембранного рецептора (Su-Mei Zhao, 2012, R Davoli, 2012). Взаємодія між меланокортинами та їх рецепторами в гіпоталамусі є одним із основних шляхів нейроендокринного контролю енергетичного балансу (Su-Mei Zhao, 2012). У свиней *mc4r* впливає на виробництво цАМФ і на аденілатциклазну сигнальну систему (R Jokubka, 2006). Мутація *Asn298* в гені *mc4r* не може стимулювати виробництво цАМФ у відповідь на *NDP-alphaMSH* стимуляцію, в той час як *Asp298* може стимулювати накопичення цАМФ, який необхідний для нормальної передачі сигналу до аденілатциклази (K. S. Kim, 2004).

Нами були досліджені зразки м'язової тканини свиней, які відбиралися від парних туш (кастрати) породи ландрас (n=5) і велика біла англійської селекції (n=5), вирощених на промисловому підприємстві «Таврійський бекон» ЗАТ «Фрідом Фарм Бекон» до 96-112 кг. Обрані м'язи: напівперетинчастий, найдовший м'яз спини, вентральо-зубчастий, прямий м'яз живота, реберна частина діафрагми і трапецієподібний м'яз. Визначення алельних варіантів гена *mc4r* проводили за допомогою ампліфікації ділянки гена з використанням технології полімеразної ланцюгової реакції та поліморфізму довжин рестрикції фрагментів за методикою описаною (K. S. Kim, 2006). У ході досліджень нами були виявлені генотипи GG (n=3), AA (n=5), AG (n=2).

Встановлено, що досліджуваний ген корелює з вмістом внутрішньом'язового жиру в найдовшому м'язі спини свиней (Wei Wang, 2013, C. R. Schwab, 2009). Наші дослідження встановили достовірний ($p < 0,01$) вплив фактора генотипу на вміст внутрішньом'язового жиру у вентральо-зубчастому, найдовшому м'язі спини, напівперетинчастому та прямому м'язі живота. За дослідженнями (J S Choi, 2016) свині породи джорк (Корея) з генотипом AA мали більшу товщину шпику, забійну вагу, вологу у найдовшому м'язі спини, вміст насичених жирних кислот та менше ненасичених жирних кислот. У нашому дослідженні свині з генотипом AA (порода велика біла) не містили більшої кількості початкової вологи у найдовшому м'язі спини та вентральо-зубчастому м'язі. Проте фактор генотипу достовірно ($p < 0,05$) впливає на кількість початкової вологи у зазначених м'язах свиней. Польськими дослідниками було встановлено, що G алель зустрічається частіше в породах м'ясного напрямку продуктивності, алель A пов'язаний із збільшенням добового споживання корму, добового приросту та товщини шпику та зниження вмісту пісного м'яса. Однак, ними був зафіксований високий вміст внутрішньом'язового жиру у свиней з генотипом GG

(K Piórkowska, 2010). Алель А корелює з більш низьким рівнем внутрішньом'язового жиру у свиней породи польський ландрас та з підвищеним вмістом внутрішньом'язового жиру у свиней польській великій білій (M. Stachowiak, 2006). В наших дослідженнях алель А притаманний як породі велика біла та і ландрас, а алель G зустрівся тільки у свиней породи ландрас.

Аналіз показав, що *mc4r* в значній мірі пов'язаний з пальмітолеїною кислотою та мононенасиченими жирними кислотами (Joonki Hong, 2015), пальмітиною, олеїною, лінолевою та арахідоною кислотами (J. S. Choi, 2016). Як відомо, що підвищений вміст ненасичених жирних кислот (лінолеїнової, ліноленової та арахідонової кислот) призводить до підвищення ніжності м'яса та прискорює окисні зміни (J. S. Choi, 2016). Також цей ген пов'язаний з вмістом ліноленової та арахінової кислот в найдовшому м'язі спини свиней (Wei Wang, 2013). Ген рецептора меланокортина-4 показує адитивну дію на вміст насичених жирних кислот в м'язах свиней (найдовший м'яз спини, двоголовий м'яз стегна, грудний м'яз) (P. López-Buesa, 2014). У нашому дослідженні однофакторний дисперсійний аналіз показав, що фактор генотипу достовірно впливає на вміст каприлової та капринової кислот у реберній частині діафрагми ($p < 0,01$); каприлової та гондоїнової кислот у напівперетинчастому м'язі ($p < 0,01$); капринової у прямому м'язі живота ($p < 0,05$); каприлової та гондоїнової у трапецієподібному м'язі ($p < 0,01$) та арахінової у вентрально-зубчастому м'язі ($p < 0,05$).

Таким чином, було підтверджено вплив генотипу *mc4r* на склад м'язової тканини, а саме вміст внутрішньом'язового жиру, початкова волога, вміст каприлової, капринової, гондоїнової та арахінової кислот в напівперетинчастому, найдовшому м'язі спини, вентрально-зубчастому, прямому м'язі живота, реберній частині діафрагми і трапецієподібному м'язі свиней.

СЕКЦІЯ 6 ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ РОСЛИН

УДК 577.151.6:582.573.16

Боброва М.С.¹, Ворона С.О.², Пушкарь О.В.²

ВПЛИВ ЙОНІВ Pb^{2+} НА СТАН ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОЇ РІВНОВАГИ В
ТКАНИНАХ *ELODEA CANADENSIS*

¹ Центральноукраїнський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка,
вул. Шевченка, 1 м. Кропивницький, 25006, Україна,
e-mail: kazna4eeva@gmail.com

² Кіровоградський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС
України, вул. Вокзальна, 58,
м. Кропивницький, 25006, Україна,
e-mail: shurakod@gmail.com

Проблема забруднення навколишнього середовища йонами важких металів входить до переліку глобальних екологічних проблем людства (Vergolyas, 2016). В умовах реальної неможливості повного припинення викидів сполук свинцю в біосферу, метою роботи стало виявлення змін показників прооксидантно-антиоксидантної системи (ПАС) гідрофітів під впливом зростаючої концентрації вказаних йонів. Основними ферментними антиоксидантами є супероксиддисмутаза (СОД) та каталаза (Smirnoff, 2005). Представником низькомолекулярних антиоксидантів для постановки експерименту обрано аскорбінову кислоту (АК) та глутатіон (GSH) (Apel, Hirt, 2004). Об'єктом дослідження обрано *Eloдея canadensis* Rich., що є типовим представником водних екосистем. Контрольна група перебувала в лабораторних умовах, максимально близьких до природніх та містила концентрацію йонів Pb^{2+} в межах ГДК. Для постановки експерименту використовували 4 дослідних груп зі зростаючою концентрацією Pb^{2+} в 2, 3, 5 та 10 раз порівняно з ГДК. Тривалість експозиції кожної групи – 1 місяць. Визначення біохімічних показників здійснено за загальноприйнятими методиками (Bobrova et al., 2020): рівень вільнорадикального перекисного окиснення (ВРПО) ліпідів оцінювали за концентрацією малонового діальдегіду (МДА). Концентрацію малонового діальдегіду (МДА, мкмоль/кг) визначали за реакцією з 2-тіобарбітуровою кислотою у кислому середовищі. Активність СОД (умовні одиниці активності) визначали кінетично за швидкістю 50%-го інгібування аутоокиснення адреналіну; активність каталази (мкмоль/г·хв) – методом Баха О.М. та Зубкової С.М.; концентрацію аскорбінової кислоти (АК, ммоль/кг) – титруванням за Тільмансом; концентрацію глутатіону (GSH, ммоль/кг) – з реактивом Елмана.

Результати експерименту свідчать, що збільшення концентрації йонів Pb^{2+} вдвічі призводить до зростання рівня перекисного окиснення в тканинах *Eloдея canadensis* на 94,7%, при ГДКх3 рівень МДА зростає на 201,9%, при ГДКх5 – 592,1%, при ГДКх10 – 975%. Під впливом зростаючої концентрації Pb^{2+} активність СОД зменшується у всіх дослідних групах, при чому активність ферменту стрімко падає вже в першій дослідній групі, де різниця складає 58,5%, а в останній – 92,5 % (13,4 рази). При дії зростаючої концентрації Pb^{2+} активність каталази падає в усіх дослідних групах. Так, при ГДКх2 активність ферменту зменшується на 8,8%, ГДКх3 – на 45,7%, ГДКх5 – 71,4%, ГДКх10 – 85,4%. Отже, каталаза є більш стійкою, порівняно із СОД, до дій зростаючої концентрації Pb^{2+} . При дії зростаючої концентрації Pb^{2+} спостерігаємо збільшення вмісту АК при ГДКх2 на 37,3%, у всіх подальших експериментальних групах вміст АК знижувався, при чому різниця контрольної групи і групи з ГДКх10 склала 7,8 рази. Єдиним антиоксидантом, який збільшує свою захисну дію зі зростанням вмісту Pb^{2+} є GSH, який є джерелом, резервуаром та

транспортною формою відновленого Сульфуру, а також ключовим учасником процесів, пов'язаних з детоксикацією важких металів, ксенобіотиків та екскретних продуктів метаболізму. Так, при ГДКх2 концентрація зросла на 16,9 %, при ГДКх3 – на 28,3%, при ГДКх5 – на 38,4%. Спадання спостерігаємо лише при ГДКх10 (18,9 %). Це можливо пояснюється тим, що сульфування є основним метаболічним шляхом детоксикації Pb^{2+} . Надтоксичний вплив зростаючої концентрації Pb^{2+} на ПАС можна пояснити, виходячи з того, що він виявляється в усіх субклітинних фракціях, однак більша частина акумулюється в ядрі та цитозолі. Високі концентрації Pb^{2+} в мітохондріях спричинюють їх функціональні та морфологічні зміни, пригнічують дихання та фосфорилування, процеси активного транспорту. В ЕПР Pb^{2+} входить до складу мембран та рибосом. Свинець блокує діяльність ферментних систем клітини, експресію ядерних генів та синтез РНК. Токсичний вплив Pb^{2+} обумовлений його спорідненістю до клітинних та мітохондріальних мембран: він порушує окисне фосфорилування, діяльність Na^+K^+ -АТФ-ази та Ca^{2+} -АТФази в клітинах.

В результаті проведеного визначення впливу зростаючої концентрації Pb^{2+} -іонів на зміну показників стану ПАС в тканинах *Elodea canadensis* встановлено:

1. Зростання вмісту йонів Pb^{2+} в навколишньому середовищі призводить до посилення ВРПО ліпідів в тканинах, підтвердженням чого є зростання вмісту МДА.
2. Будь-яке підвищення концентрації Pb^{2+} призводить до стрімкого зниження активності СОД. Каталаза є більш стійкою, порівняно із СОД, до дій зростаючої концентрації Pb^{2+} .
3. GSH володіє потужнішим антиоксидантним ефектом і є більш стійким до зростання концентрації Pb^{2+} , порівняно з АК.
4. Низькомолекулярні антиоксиданти є більш стійкими до впливу зростаючої концентрації Pb^{2+} , порівняно із ферментними.

ЛІТЕРАТУРА

1. Apel K. Hirt H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Plant Biol.* 2004; 55. P. 373–399.
2. Bobrova, M., Holodaieva, O., Arkushyna, H., Larycheva, O. y Tsviakh, O. (2020). The value of the prooxidant-antioxidant system in ensuring the immunity of plants. *Revista de la Universidad del Zulia.* 11, 30 (jul. 2020), 237-266. DOI: <https://doi.org/10.46925//rdluz.30.17>.
3. Smirnoff N. *Antioxidants and reactive oxygen species in plants.* NY: Blackwell Publishing, 2005; 302 p.
4. Vergolyas M. Cytogenetic evaluation of the drinking water toxicity. «EUREKA: Life Sciences», 2016; 1. P. 47-54.

Гентош Д.Т., Гармаш С.П.
ШКІДЛИВІСТЬ СІТЧАСТОЇ ПЛЯМИСТОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
E-mail: Dgentosh@ukr.net

Останніми роками фітосанітарний стан на посівах зернових культур і особливо ячменю ярого значно погіршився, в результаті чого рослини можуть вражатися багатьма хворобами, збудниками яких є віруси, гриби, бактерії. Але більшість хвороб є грибної етіології, які можуть вражати всі органи рослини.

На сьогоднішній день, велику проблему створює сітчаста плямистість ярого ячменю. Максимальний розвиток захворювання спостерігається під час цвітіння і наливання зерна. Все це обумовлює необхідність більш глибокого вивчення шкідливості хвороби для розробки захисних заходів від сітчастої плямистості ячменю ярого.

Діагностику поширення і розвитку сітчастої плямистості ячменю ярого та розробку прогностичних моделей втрат урожаю культури від хвороби проводили за допомогою методів польової оцінки стійкості ячменя до збудників плямистостей листків, математичного моделювання та кореляційного аналізу [Гентош Д.Т., та ін. 2010., Доспехов Б.А. 1985., ВИЗР. 1987.].

На основі маршрутних обстежень посівів і аналізу відібраних для досліджень зразків нами встановлено, що в умовах Агрономічної дослідної станції НУБіП України, сітчаста плямистість ячменю ярого мала інтенсивний розвиток.

Обліки проводили в три періоди: фазу кущення, фазу виходу в трубку, фазу молочно-воскової стиглості. В період кущення ознак сітчастої плямистості на ячмені ярому ми не виявили. Перші ознаки хвороб ми відмітили у фазу виходу в трубку.

Найвище розповсюдження сітчастої плямистості ячменю ярого було відмічено в 2017 р., так у фазу виходу в трубку поширення хвороби становило 30% при інтенсивності її розвитку 15,0%. У період молочно-воскової стиглості культури ці показники склали 55 та 28,5% відповідно.

Найменше сприятливим для розвитку сітчастої плямистості ячменю ярого був відмічений 2018 р., де показники поширення та розвитку хвороби становили 23,7 і 9,0% у фазу виходу в трубку та 35 і 17,5% у фазу молочно-воскової стиглості.

Таким чином, сітчаста плямистість ячменю ярого є дуже небезпечним захворюванням. Тому вивчення її поширення і шкідливості має першочергове економічне значення при розробці заходів захисту.

У наших дослідженнях ріст і розвиток рослин ячменю ярого значно уповільнювався при збільшенні ступеня їх ураження. Розвиток хвороби на 25–50% сприяв зниженню довжини колоса відповідно на 0,4–0,71 см. При сильному розвитку хвороби – 75–100% висота рослини зменшувалася на 1,29–1,54 см. порівняно із здоровими рослинами (5,6 см.).

Вплив розвитку хвороби на довжину колоса ячменю ярого вказує коефіцієнт детермінації, який рівний ($R^2 = -0,988$). Зниження довжини колоса ячменю ярого залежно від балу ураження сітчастою плямистістю виражено у рівнянні регресії $Y = -0,397X + 5,606$.

Залежність між розвитком хвороби та кількістю насіння з рослини ячменю ярого показано на рисунку 2. Так, при розвитку хвороби 25 і 50% цей показник знижувався на 5,5–8,7 шт. відповідно, а при 75 і 100% – на 12,1 і 13,5 шт. Між ними встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок. Показник детермінації дорівнює $R^2 = 0,958$, а залежність виражена у рівнянні регресії $Y = -3,36X + 38,36$.

Нами відмічено зниження маси насіння з рослини ячменю ярого залежно від розвитку сітчастої плямистості. Розвиток хвороби на 25–50% сприяв зменшенню маси насіння з однієї рослини відповідно на 0,21–0,48 г, а при 75–100% - на 0,69–0,73 г. порівняно

із здоровими рослинами. Коефіцієнт детермінації рівний ($R^2=0,957$). Зниження маси насіння з однієї рослини залежно від балу ураження сітчастою плямистістю виражено у рівнянні регресії : $Y = -0,194x + 1,956$.

Встановлено залежність між розвитком хвороби та масою 1000 насінин ячменю ярого. Розвиток хвороби на 25-50% сприяв зменшенню маси 1000 насінин відповідно на 6-10,3 г, а при 75-100% - на 13,6-15,6 г, порівняно із здоровими рослинами. Коефіцієнт детермінації рівний ($R^2=0,962$). Рівняння регресії має такий вигляд: $Y = -3,88 + 39,46$.

ВИСНОВКИ

В умовах Агрономічної дослідної станції НУБіП України нами встановлено що сітчаста плямистість ячменю ярого поширена в районі проведення досліджень і охоплює 23,7-30% – період виходу в трубку та 35-55% у період молочно-воскової стиглості рослин. Інтенсивність її розвитку, у наших дослідженнях, знаходилась в межах від 9,0 до 28,5% залежно від фази розвитку рослин. Хвороба впливала на елементи структури врожаю ячменю ярого, так маса 1000 насінин знижувалась на 6 - 15,6 г., а маса насіння з однієї рослини відповідно на 0,69-0,73 г. порівняно із здоровими рослинами. Коефіцієнт детермінації рівний ($R^2=0,962$ та $R^2=0,957$). Для прогнозування втрат маси 1000 насінин та маси насіння з однієї рослини можна використовувати наступні рівняння регресії: $Y = -0,194x + 1,956$ та $Y = -3,88 + 39,46$ відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гентош Д.Т., Глим'язний В.А., Башта О.В., Волощук Н.М. Коротко-строковий прогноз сезонного поширення та розвитку кореневих гнилей гороху за допомогою математичного моделювання. // Карантин і захист рослин. – К., – 2010. – № 10. – С.19-22.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1985. – 351 с.
3. Методические указания по диагностике и методам полевой оценки устойчивости ячменя к возбудителям пятнистостей листьев / ВИЗР. – Л. 1987. – 20 с.

Поліщук О.В.

ФУНКЦІЇ РОСЛИННИХ КАРБОНАТДРАЗ

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України,

вул. Терещенківська, 2, 01004, м. Київ, Україна

e-mail: mrpolishchuk@gmail.com

Вуглекислий газ добре розчинний у водних розчинах і швидко вступає з водою у реакцію гідратації. Карбоангідраза (КА) – ензим, який може додатково прискорювати цю реакцію в мільйони разів. КА належать до 8 незалежних родин білків – α , β , γ , δ , ζ , η , θ і ι , які в процесі еволюції набули здатності каталізувати взаємоперетворення двох форм неорганічного вуглецю – вуглекислого газу і бікарбонату. КА виявлено у всіх живих організмів, причому в багатьох з них представлена велика кількість ізоформ, які експресуються у всіх органах і в багатьох клітинних компартментах. У судинних рослин виявлено α -, β - і γ -КА, з яких найбільш вивченими і мажорними є β -КА. Внаслідок своєї ензиматичної активності, КА полегшують дифузію неорганічного вуглецю і протонів, що є важливим для метаболічних процесів, пов'язаних з карбоксилуванням, декарбоксилуванням, протонуванням і депротонуванням, зокрема дихання і фотосинтезу. Крім того, КА можуть взаємодіяти з саліциловою кислотою і її рецепторними білками – NPR1 і NRB4, зазнавати таких посттрансляційних модифікацій як S-нітрозилювання, нітрування, фосфорилування, окиснення-відновлення тиольних груп при взаємодії з активними формами кисню або тіоредоксинами TRX-y1 і TRX-y2, які супроводжуються активацією або інактивацією карбоангідроз. Ці властивості вказують на те, що КА виконують важливі функції у рослинній клітині.

В науковій літературі активно обговорюються наступні ймовірні фізіологічні функції карбоангідроз: карбон-концентрувальні механізми, закриття продихів, провідність мезофілу, (фото)дихання, фотосинтетичний електрон-транспортний ланцюг, біосинтез амінокислот, біосинтез ліпідів, диференціювання клітин, антиоксидантний захист, сигнальні шляхи фітогормонів, рослинний імунітет, реакції на абіотичні стресори. Карбон-концентрувальні механізми добре вивчені у водних рослин, зокрема у мікрводоростей. Вони засновані на активному закачуванні бікарбонату в карбон-концентрувальний компартмент і подальшому вивільненні CO_2 у компартменті, що спеціалізується на асиміляції CO_2 – карбоксисомі у ціанобактерій або піреноїді в еукаріотичних мікрводоростей. У цих механізмах доведено участь карбоангідроз на етапі постачання бікарбонату до поверхні клітини і на етапі вивільнення CO_2 у асимілювальному компартменті. У наземних рослин карбоангідроз, ймовірно, беруть участь у накопиченні бікарбонату у цитоплазмі та стромі хлоропластів, оскільки сучасна атмосферна концентрація CO_2 надто низька для забезпечення достатньо швидкого розчинення і дифузії до Рубіско. Також існують дані про важливу роль карбоангідроз, поряд з CO_2 -провідними аквапоринами, у забезпеченні мезофільної провідності для CO_2 , тобто ефективності транспорту CO_2 з міжклітинників у клітини, далі в хлоропласт і, всередині хлоропласта, до Рубіско.

Показано, що γ КА та γ КА-подібні білки необхідні для складання та функціонування мітохондріального комплексу I, а також для фотодихання, хоча механізм невідомий. Рівень експресії β СА6 негативно впливає на інтенсивність дихання. За «фотодихальних» умов (дефіцит CO_2 і достатньо O_2) пригнічення фотодихання зумовлює пригнічення фотосинтезу. Активно обговорюється гіпотеза про необхідність карбоангідроз для транспортування CO_2 , який утворюється при фотодиханні, і його повторній фіксації в хлоропластах. Разом з тим, існують інші механізми взаєморегуляції фотосинтезу і дихання, зокрема поповнення пулу 3-фосфогліцерату для циклу Кальвіна, тому малоімовірно, що ефективність рефіксації CO_2 є лімітуючим та визначальним фактором, не кажучи вже про відсутність доказів необхідності карбоангідроз у цьому процесі. Натомість, існують докази того, що, зважаючи на

розташування мітохондрій з внутрішнього боку клітини по відношенню до хлоропластів, більша частина CO₂, який виділяється при фотодиханні і диханні, на шляху назовні проходить через хлоропласти і поглинається там у процесі фотосинтезу, для чого карбоангідраза не є обов'язковою. Також показано, що ензиматична активність βКА 1, 2 і 4 необхідна для АБК-незалежного CO₂-КА-залежного закриття продохів у C3 та C4 рослин, причому ступінь та швидкість закриття продохів залежить від експресії СА навіть при сталому вмісті CO₂. Щодо участі карбоангідраз у регуляції функціонування електрон-транспортного ланцюга хлоропластів, у *Chlamydomonas reinhardtii* показано важливість активності САНЗ для окиснення води у фотосистемі 2 (ФС 2) при сильному освітленні або під час переходу темрява-світло, коли рН люмену тилакоїдів високий, принаймні за достатнього рівня CO₂. Також активність КА важлива у *Pisum sativum* для транспорту електронів у ФС 2 при низькому вмісті CO₂. αКА4 бере участь у регулюванні транспортування електронів на донорному боці ФС 2 і нефотохімічного гасіння енергії екситонів (NPQ). Hoang & Chapman (2002) показали, що при зменшенні КА активності до 10% від контролю включення ¹⁴C-ацетату у всі групи ліпідів знижується до 50% і зробили висновок, карбоангідраза важлива для синтезу ліпідів. Разом з тим, лише близько 0,5% рослинних ліпідів можуть синтезуватися з екзогенного ацетату, основний шлях – з CO₂ через піруват.

Ймовірна роль синтезу ліпідів з ацетату – у детоксифікації етанолу, ацетальдегіду і ацетату, що утворюються при гіпоксії. Цитоплазматичні βКА2 і βКА4 беруть участь у біосинтезі аспартату, гліцину і серину. Також показано участь карбоангідраз у регуляції диференціювання клітин. Так, βКА1 і βКА4 стоять на початку сигнального шляху пригнічення розвитку продохів високим вмістом CO₂, причому мутанти *βca1βca4* мали обернену реакцію на CO₂. У пиляках βСА1.4 активується кіназою EMS1 та опосередковує її вплив на диференціацію клітин тапетуму. В експериментах на *Saccharomyces cerevisiae* показано, що рослинні βКА1 та βКА2 каталізують розклад H₂O₂ і відіграють антиоксидантну роль, яка не пов'язана з основною ензиматичною активністю. Незважаючи на численні протеомні та транскриптомні дослідження, які вказують на стресочутливість КА, все ще існує багато відкритих питань щодо їх ролі в адаптації до стресу. Антисмислові та нокаут-мутації КА є найпотужнішим інструментом вивчення їх ролей. Хоча є багато досліджень на мутантах, які не зазнавали стресу або при ураженні патогенними мікроорганізмами, досліджень на рослинах, які перебувають в умовах абіотичного стресу, небагато. Було припущено, що КА не роблять суттєвого внеску у фотосинтез за відсутності стресу. Однак закриття продохів як поширена реакція на стрес обмежує постачання CO₂ і може призводити до збільшення важливості КА для підтримання фотосинтезу. βКА можуть регулювати провідність мезофілу для CO₂ у взаємодії або незалежно від напівспецифічних CO₂-провідних аквапоринів. Коли експресія аквапоринів пригнічується для обмеження втрат води, провідність до CO₂ також зменшується, ймовірно, призводячи до компенсаційної стимуляції синтезу βКА.

У зв'язку з цим, необхідні подальші дослідження, включаючи визначення клітинної специфічності розподілу експресії та активності КА та аквапоринів, а також параметрів газообміну у рослин дикого типу та мутантів. βКА задіяні у складних механізмах сигналіngu відповіді на патоген, і виступають як у ролі позитивних, так і негативних модуляторів. Їх роль може залежати від типу взаємодії, титру збудника, окислювально-відновного стану і рівня ендogenous продукування ·NO. Щоб з'ясувати більше деталей, необхідні подальші дослідження, включаючи вплив тіоредоксинів у1 і у2, H₂O₂ та ·NO на зв'язування саліцилової кислоти, білків NPR1 та NRB4 з βКА. Крім того, є потреба у вивченні впливу βКА на стрес-індуковане продукування активних форм кисню, оскільки він може впливати на реалізацію механізму реакції на дію стресора.

Пушкарьова Н.О., Плоховська С.Г., Блюм Я.Б., Ємець А.І.
ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ АУТОФАГІЇ В КЛІТИНАХ КОРЕНІВ ПШЕНИЦІ У
ВІДПОВІДЬ НА СОЛЬОВИЙ СТРЕС

ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»
вул. Осиповського, 2а, м. Київ, 04123, Україна
e-mail: pushkarovano@gmail.com

Аутофагія є високо консервативним та еволюційно закріпленим шляхом підтримання клітинного гомеостазу або виживання за умов дії стресу, що провокується недостатністю життєвих ресурсів, накопиченням пошкоджених органел або білків у клітині. Даний катаболічний процес характеризується формуванням аутофагосом, які доставляють цитоплазматичні компоненти до вакуолей для деградації та реутилізації (Masclaux-Daubresse et al., 2017; Chen et al., 2019). Формування аутофагосом є високодинамічним процесом, до якого залучено велику кількість білків, зокрема АТГ (Autophagy related proteins). Більшість АТГ-білків є консервативними у рослин, оскільки їх участь у формуванні аутофагосом є критично важливою (Tang, 2018). Однією з універсальних реакцій рослин на дію стресових факторів біотичної та абіотичної природи є підвищений рівень активних форм кисню (АФК), що може призводити до їх накопичення та індукувати окислювальний стрес. У свою чергу, окислювальний стрес є потужним індуктором аутофагії в клітинах еукаріот. Процес аутофагії спрямований на деградацію окислених білків протягом окислативного стресу, але потенційна роль аутофагії у формуванні відповіді на сольовий стрес залишається невідомою, що і визначає актуальність даного дослідження.

В якості об'єкта досліджень використовували кінчики коренів (0,6-0,8 см) проростків ярої пшениці (*Triticum aestivum* L.) сорту Злата. Рослини вирощували в системі гідропоніки за використання розчину Хогланда (контрольні рослини) та з додаванням 100 мМ NaCl (для моделювання сольового стресу) при температурі +22°C протягом 6 та 9 діб. Для мікроскопічного аналізу робили тонкі поздовжні зрізи кінчика кореня за допомогою леза. Для дослідження прижиттєвої локалізації аутофагосом зразки обробляли барвником LysoTracker™ Red DND-99 (Thermo Fisher Scientific, США) в концентрації 1 мМ із подальшим 3-х кратним відмиванням у натрієво-фосфатному буфері (137 мМ NaCl, 2,7 мМ KCl, 10 мМ Na₂HPO₄, 1,76 мМ KH₂PO₄, pH 7,4). Флуоресценцію в клітинах кореня досліджували за допомогою лазерного скануючого конфокального мікроскопу LSM 510 META (Carl Zeiss, Німеччина) із використанням аргонного лазера (довжина хвилі 647 нм), об'єктив Plan-Neofluar 40x/1.30 Oil DIC. Всі дослідження проводили не менше ніж у трьох повторностях.

В результаті виконання роботи по дослідженню тканино-специфічного розвитку аутофагії під дією сольового стресу (100 мМ NaCl) було виявлено, що на 6-ту добу вирощування за умов стресу в клітинах коренів ярої пшениці сорту Злата відбувається утворення численних аутофагосом. Аутофагосоми візуалізували як інтенсивно забарвлені яскраві точкові структури, локалізовані по всьому об'єму клітини. На 9-ту добу культивування рослин за умов сольового стресу було виявлено зменшення кількості аутофагосом у порівнянні з відповідним показником на 6-ту добу. Це може свідчити про саморегуляційну природу аутофагії, коли за піком її активності настає регуляторне послаблення внаслідок створення певного оптимуму рівня життєвих ресурсів.

Отриманні результати узгоджуються з іншими дослідженнями щодо тимчасової індукції аутофагії у відповідь на сольовий стрес, одночасно з регуляцією експресії гена atg8 (Zhang, 2021). Хоча відношення процесу аутофагії до формування відповіді на дію сольового стресу ще мало з'ясоване, було показано, що рослини із дефектним фенотипом по аутофагії більш чутливі до дії сольового та осмотичного стресів (Liu et al., 2009). Інгібітори NADPH-оксидази блокують індукцію аутофагії при сольовому стресі, але не під час осмотичного

стресу, що вказує на те, що аутофагія може активуватися як залежними, так і незалежними шляхами від NADPH-оксидази (Liu et al., 2009). Також показано, що інкубація кінчиків коренів *A. thaliana* та *H. vulgare* в присутності E-64d приводила до накопичення цитоплазматичних включень у вакуолях в зонах меристеми та елонгації. Це передбачає, що деградація клітинних компонентів шляхом аутофагії активно відбувається в клітинах такого типу (Inoue et al., 2006). Отже, отримані результати дають основу для поглибленого вивчення молекулярних механізмів розвитку стрес-індукованої аутофагії, зокрема залучення різних ізотипів білків Atg8 та їх взаємодії з іншими молекулярними компонентами, задіяними в індукції аутофагії в умовах сольового стресу.

Дослідження виконано за фінансової підтримки науково-дослідної роботи «Клітинно-біологічні та молекулярно-генетичні механізми регуляції соле- та посухостійкості у ячменю та пшениці» (2020-2021 рр.) (№ ДР 0120U100934) бюджетної програми КПКВК 6541230 «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень» НАН України.

Література

1. Masclaux-Daubresse C, Chen Q, Havé M (2017) Regulation of nutrient recycling via autophagy. *Curr Opin Plant Biol.* 39:8-17. doi:[10.1016/j.pbi.2017.05.001](https://doi.org/10.1016/j.pbi.2017.05.001).
2. Chen Q, Shinozaki D, Luo J, et al (2019) Autophagy and nutrients management in plants. *Cells.* 11:1426. doi:[10.3390/cells8111426](https://doi.org/10.3390/cells8111426).
3. Tang J, Bassham DC (2018) Autophagy in crop plants: What's new beyond Arabidopsis? *Open Biology.* 8(12):180162. doi:[10.1098/rsob.180162](https://doi.org/10.1098/rsob.180162).
4. Zhang J, Yang W, Yue J, Liu Y, Pei D, Wang H (2020) The responses of wheat autophagy and ATG8 family genes to biotic and abiotic stresses. *J Plant Growth Reg* 39(2). doi:[10.1007/s00344-019-10027-w](https://doi.org/10.1007/s00344-019-10027-w).
5. Liu Y, Xiong Y, Bassham DS (2009) Autophagy is required for tolerance of drought and salt stress in plants. *Autophagy.* 5(7):954-963. doi:10.4161/auto.5.7.9290.
6. Inoue Y, Suzuki T, Hattori M, et al (2006) AtATG genes, homologs of yeast autophagy genes, are involved in constitutive autophagy in Arabidopsis root tip cells. *Plant Cell Physiol.* 47(12):1641-1652. doi:[10.1093/pcp/pcl031](https://doi.org/10.1093/pcp/pcl031).

Козлова С.О., Дрозд П.Ю., Прилуцька С.В.

**ПОСИЛЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОСЛИННОГО АЛКАЛОЇДУ
БЕРБЕРИНУ С₆₀ ФУЛЕРЕНОМ**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail:kozlovasofia625@gmail.com*

Традиційну фітотерапію широко використовують у сучасній медицині у профілактичних та лікувальних цілях. Рослинні вторинні метаболіти є безпечними, доступними і дешевими потенційними біологічно-активними сполуками, які виявляють широкий спектр біологічних та фармакологічних властивостей. Значну увагу дослідників привертають алкалоїди - гетероциклічні, нітрогенвмісні, низькомолекулярні молекули, які забезпечують захист рослин від травоядних, бактерій, грибів та вірусів (Keasling J., 2008; Xiao N., et al, 2012; Ortiz L.M.G. et al, 2014). Ізохіноліновий рослинний алкалоїд берберин (Ber: 2,3-метилендіокси-9,10-диметоксипротоберберину хлорид, CAS № 2086-83-1) є досить поширеним препаратом в аюрведичній, китайській і близькосхідній медицині, який володіє протизапальними, антиоксидантними, антимуtagenними, антидіабетичними, антимікробними, противірусними та протипухлинними ефектами (Cernáková M., et al, 2002; Abd El-Wahab, et al, 2013, Cai Y., et al, 2014). Метою роботи було вивчити посилення біологічних ефектів Ber за його нековалентного зв'язування зі стабільною, водорозчинною, карбоною наноструктурою С₆₀ фулереном за молярного співвідношення 1:1.

Досліджено вплив Ber та наноконкомплексу С₆₀-Ber на життєздатність лейкоцитів Т-клітин CCRF-CEM (ACC 240), яку оцінювали спектрофотометрично за допомогою МТТ-тесту (Carmichael J., 1987). Показано, що Ber та С₆₀ фулерен за концентрації 2,5 мкМ не впливали на життєздатність клітин CCRF-CEM упродовж досліджуваних термінів інкубації (24, 48 та 72 год). Водночас, за дії наноконкомплексу С₆₀-Ber (1:1) за еквівалентної концентрації Ber 2,5 мкМ життєздатність клітин CCRF-CEM через 48 і 72 год інкубації знижувалася на 20% і 30%, відповідно, порівняно з окремою дією Ber. Розрахований показник IC₅₀ (концентрація, яка спричиняє 50% загибелі клітин) для наноконкомплексу С₆₀-Ber (1:1) через 48 і 72 год становив 8.0±0.7 і 4.0±0.3 мкМ, відповідно, тоді як для вільного Ber - 23±2 і 19±2 мкМ, відповідно. Також досліджено механізм виявленого цитотоксичного ефекту наноконкомплексу С₆₀-Ber та шляхи його внутрішньоклітинної реалізації.

Одержані результати свідчать про посилення цитотоксичного ефекту 2,5 мкМ Ber за комплексоутворення із С₆₀ фулереном у 2,9 і 4,8 разів через 48 і 72 год, відповідно, порівняно з окремою дією цього алкалоїду та вказують на перспективність використання С₆₀ фулерену як ефективного наноносія у фітомедицині.

Мартинюк А. І., Коломієць Ю. В.

**ВПЛИВ МІКРОЕЛЕМЕНТУ БОРУ НА РЕГЕНЕРАЦІЙНУ ЗДАТНІСТЬ СОРТІВ
СОНЯШНИКА *IN VITRO***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: andriy2000asa@gmail.com*

Соняшник (*Helianthus L.*) – це рослина родини айстрових, з латинської – квітка сонця. В Україні ця культура є основною за олійним виробництвом. Його насіння містить в собі 30–36 % олії, а ядра – 50–60 %. Серед олійних культур соняшник посідає перше місце, а соняшникова олія за своїми смаковими характеристиками вважається однією з найкращих [1].

Біологічне значення бору в живленні рослин було вперше встановлено в 1923 р. Бор (В) належить до групи 13 періоду 2 періодичної системи елементів і має проміжні властивості між металами та неметалами. Незважаючи на низький рівень присутності в природі, елемент широко поширений як у літосфері, так і в гідросфері. Хоча численні дослідження виявили потребу в елементі, було виявлено його присутність у ґрунтах та рослинах, були проведені тривалі експерименти з борними добривами, на сьогоднішній день фізіологічними механізмами живлення бором є одними з небагатьох вивчених питань.

Традиційні селекційні дослідження привели до отримання сортів соняшнику з поліпшеними агрономічними характеристиками. Проте відсутність відповідних генетичних ресурсів у вирощуваних рослин соняшнику негативно позначаються на отриманні нових гібридів, які мають високу стійкість до хвороб, виробництві олій з покращеними якостями, протеїновій якості сировини, перенесенні стресових умови (посуха, засолення і т.п.). Наразі необхідні нові технології для розширення генетичної мінливості культури соняшнику. Біотехнології з використанням культури тканин і генної інженерії можуть бути корисним інструментом для отримання генетичних варіацій. Основна мета використання культури клітин, тканин, органів в умовах *in vitro* і молекулярних методів це поліпшення врожаю, а також вони є потужним інструментом для вивчення фундаментальних і прикладних задач в селекції рослин і в комерційному застосуванні [2].

Технології тканинних культур також мають значний потенціал для генетичного поліпшення соняшнику за рахунок регенерації соматональних варіантів, трансгенних і соматичних гібридів даної культури. Дані методи сприяють також розвитку традиційної селекції. Молекулярні методи полегшують вибір гермоплазми для використання в селекційній програмі соняшника [3].

Застосування біотехнологічних методів для більшості селекційних робіт з культурою соняшника щодо поліпшення характеристик (стійкість до засолення, стійкість до посухи і хвороб, мутагенез *in vitro* і соматичний ембріогенез) обмежені в основному труднощами регенерації рослин в умовах *in vitro*. Різні сорти і гібриди соняшнику важко регенерувати *in vitro*. Отже, перший і важливим кроком культури тканин – це розробка біотехнологічної схеми регенерації *in vitro*. Одержання тканин з високим ступенем регенерації багатьох видів *Helianthus* можливо за допомогою таких методів, як соматична гібридизація, соматональна мінливість і морфогенез [4].

Здатність соняшнику до регенерації за рахунок органогенезу сильно варіюється і залежить від генотипу, конкретних компонентів середовища, типу експлантату, віку проростків, концентрації гормонів в середовищі для індукції калюсу, умов освітлення і методів культивування тканин. Наші дослідження будуть спрямовані на визначення впливу мікроелементу бору на регенераційну здатність сортів соняшника. Одержані результати культивування будуть використані для поліпшення врожаю соняшнику, за рахунок повного

відновлення через органогенез і соматичний ембріогенез, міжвидову гібридизацію і культивування ембріонів.

Список літератури:

1. Адаменко С. М., Костюшко І. П. Підживлення сої та соняшника. Агроном. 2015. № 2. С. 58–61.
2. Dagustu N. In vitro tissue culture studies in sunflower (*Helianthus* spp.) Journal of Crop Breeding and Genetics. 2018. N4(1). P. 13-21.
3. Vassilevska-Ivanova R, Shtereva L, Kraptchev B, Karceva T. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L) genotypes to PEG-mediated water stress. Central European Journal of Biology. 2014. N9(12). P. 1206-1214.
4. Moghaddasi MS. Sunflower Tissue Culture. Advances in Environmental Biology. 2011. N5(4). P. 746-755.

Ширченко С.Ю.¹, Савенко А. В.¹, Бойко О.А.¹, Круподьорова Т.А.², Барштейн В.Ю.²
ВПЛИВ ГІБЕРЕЛІНОВОЇ ТА ІНДОЛІЛОЦТОВОЇ КИСЛОТ НА РІСТ *PLEUROTUS*
***OSTREATUS* І *PLEUROTUS ERYNGII* В КУЛЬТУРІ**

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

²ГУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України», Київ, Україна

Швидко зростаюче населення нашої планети значно випереджає зростання виробництва продовольства. Серед можливих джерел білка і речовин, що мають фізіологічну активність, фігурують, в тому числі і в програмах Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (ФАО), гриби [1]. Йдеться про дикорослих грибів, які, очевидно, не зможуть вирішити глобальну проблему голоду. Що стосується грибів, що культивуються в штучних умовах, то, серед інших, виникає проблема високої собівартості вирощування. Актуальною є розробка економічно ефективною та високопродуктивною технологією виробництва, що включає і використання стимуляторів росту грибів - фітогормонів [2]. Дослідження, пов'язані з гібереліном тривають вже більше 100 років [3], β-індолілоцтова кислота (гетероауксин) була вперше виділена в 1934 р.

Дослідження впливу цих фітогормонів на ріст, зокрема, грибів, тривають досі. Так, гіберелін, гетероауксин, 6-бензіламінопурін і комплексні стимулятори росту фулар і біогумат збільшують швидкість росту міцелію, скорочують термін появи примордіїв і збільшують врожайність плодових тіл *Pleurotus ostreatus* [4]. Досліджували вплив фулару, гібереліну і гетероауксину на розвиток та морфологічний стан міцелію на різних етапах культивування гливи звичайної *P. ostreatus*. Фулар, гіберелін і гетероауксин, в залежності від концентрації, позитивно впливають на процес плодоношення, хоча неоднозначно діють на ріст міцелію *P. ostreatus* [5]. Дослідження впливу гетероауксину, гібереліну, фулару і біогумату на розвиток вегетативного міцелію *P. ostreatus* при поверхневому культивуванні на агаризованому живильному середовищі показало, що позитивний вплив на швидкість радіального росту міцелію надають тільки фулар і біогумат, а гетероауксин гальмує розвиток міцелію в фазі лінійного росту [6]. П'ять регуляторів росту, в тому числі: 1-нафталіноцтова кислота, гетероауксин, гіберелінова кислота в шести концентраціях застосовувалися для визначення впливу на ріст міцелію *Pleurotus eryngii* [1]. Таким чином, стійкий інтерес проявляється до проблеми впливу фітогормонів на ріст грибів, в першу чергу - *P. ostreatus* і *P. eryngii*.

Метою нашої роботи було вивчення впливу гіберелінової і індолілоцтової кислот на зростання *P. ostreatus* і *P. eryngii* в чистій культурі.

Об'єктом досліджень були *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., Штам 551 і *Pleurotus eryngii* (DC.) Quel., Штам 2015 з Колекції культур Інституту ботаніки ім. Н. Г. Холодного НАН України (ІВК) [7].

Вивчення впливу різних концентрацій (0,001, 0,01, 0,5, 1,0, 15, 50, 100, 200 мг / л) гіберелінової і індолілоцтової кислот (3-ІВК) на зростання гриба проводили на глюкозо-пептон-дріжджовому середовищі (г / л): 25,0 глюкози, 3,0 дріжджового екстракту, 2,0 пептона, 1,0 K₂HPO₄, 1,0 KH₂PO₄, 0,25 MgSO₄ · 7H₂O. Контролем було це ж середовище, але без внесення фітогормонів. Як інокулюм використовували 3 міцеліальних диска діаметром 8 мм, вирізані за допомогою пробійника із зони активного зростання відповідного виду гриба на агаризованому глюкозо-пептон-дріжджовому середовищі. Гриби вирощували шляхом стаціонарного рідкофазного культивування при температурі культивування +26 °С для *P. ostreatus* і +20 °С для *P. eryngii*. На 7 добу росту в разі *P. ostreatus* і на 14 добу в експериментах з *P. eryngii* проводили облік накопичення біомаси ваговим методом, висушуючи при 105 °С до постійної ваги. Всі експерименти проводили в трьох повторностях.

Результати проведених досліджень свідчать про неоднозначний вплив досліджуваних концентрацій фітогормонів на ріст обох видів грибів. У всіх використаних концентраціях встановлено стимулюючу дію індолілоцтової кислоти і інгібуючий ефект гіберелінової

кислоти на утворення біомаси *P. ostreatus* (рис. 1). В цілому, слід зазначити поступову позитивну дію індолілоцтової кислоти в невеликих концентраціях від 0,001 і до 1 мг / л, зі збільшенням виходу біомаси майже в 2,67 рази при використанні 1 мг / л. Надалі, зі збільшенням концентрації цього фітогормону спостерігали зниження стимулюючої дії індолілоцтової кислоти. У той же ж час, виявлено практично однакове утворення біомаси *P. ostreatus* в концентраціях 0,001, 0,01, 0,5 і трохи менша кількість - в інших концентраціях. Відносно *P. eryngii* досліджувані фітогормони надавали протилежну дію в порівнянні з *P. ostreatus*. Причому, встановлено стимулюючу дію гіберелінової кислоти на утворення біомаси *P. eryngii* в певних концентраціях: найбільш малих (0,01, 0,01 мг / л), в низькій (1 мг / л) і в більш високих (50-200 мг / л). Збільшення виходу біомаси в порівнянні з контролем склало 1,24-1,28 рази в концентраціях 1, 50, 100 і 200 мг / л. Індолілоцтова кислота у всіх концентраціях негативно впливала на зростання цього виду гриба.

Отримані нами результати відрізняються від даних інших досліджень. Раніше, зазначалося позитивний вплив гібереліну (1, 10, 50, 100 мг / л) на швидкість радіального росту *P. ostreatus*, *P. eryngii*, *P. pulmonaris* на кукурудзяному, глюкозо-амонійному і глюкозо-аспарагіновому агарі і стимуляція зростання *P. ostreatus* на рідкому глюкозо-амонійному середовищі [4]. Разом з цим, на кукурудзяному агарі встановлено стимулюючу дію гібереліну і в низьких концентраціях (0,02, 0,002 мг / л) на швидкість росту міцелію *P. ostreatus* в фазі лінійного росту [6]. Також на цьому агаризованому середовищі отримано збільшення швидкості радіального росту *P. ostreatus* при використанні низьких концентрацій фітогормонів: 0,0005 гібереліну, 0,0001 індолілоцтової кислоти [5]. Застосування гібереліну в концентрації 200 мг / л у аспарагін-глюкозному агарі сприяло значному збільшенню цього фітогормону в молодому міцелії *P. ostreatus* [8]. Стимулююча дія гіберелінової кислоти описано для міцеліального зростання *P. eryngii* тільки в концентрації 15 мг / л на картопляно-декстрозних середовищах [2].

Аналіз літератури про вплив фітогормонів і отримані наші результати свідчать про наявність розрізних даних, ймовірно, пов'язаних з деякими чинниками: впливом внесення одних стимуляторів росту на рівні інших ендогенних регуляторів, дією фітогормонів на різні стадії вегетативного росту міцелію, використанням різних поживних середовищ, особливо натурального походження, а також може бути обумовлено наявністю штамоспецифічних ознак виду гриба і географічним походженням штамів досліджуваних видів. Згідно проведених нами досліджень, рекомендовано використовувати фітогормони в концентрації 1 мг / л: для збільшення біомаси *P. ostreatus* – індолілоцтову кислоту, а для *P. eryngii* – гіберелінову кислоту.

Чайка М.О., Богославець В.А.

**РОЛЬ СИГНАЛЬНИХ СИСТЕМ РОСЛИН У РЕАЛІЗАЦІЇ СТРЕСОВИХ РЕАКЦІЙ
РОСЛИН**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: chayka.maryna98@gmail.com*

Рослинні організми, як в природних так і в штучних умовах зазнають впливу різних чинників середовища, які постійно змінюються, і нерідко, можуть досягати небезпечного відхилення. До них належать хімічні, фізичні, механічні та біотичні фактори. Вони справляють на рослину як ушкоджуючу так і подразнюючу дію (Урманцев Ю.А., Гудсков Н.Л., 1986). Тому, за останні десятиліття з'ясування механізмів стійкості рослин до несприятливих умов навколишнього середовища увійшло до числа актуальних проблем загальної біології та фізіології рослин. Зокрема, це зумовлено змінами клімату та посиленням антропогенного тиску на біосферу.

До сих пір, немає остаточної думки, щодо того, чи стрес є адаптаційним проявом рослини на зміни, чи навпаки, адаптаційні зміни у рослинній клітині спрямовані на захист від стресу. Можна сказати, що під «стресовими» слід розуміти ранні реакції рослинного організму на дію стресора, на фоні якого, в подальшому можуть розвинути глибокі адаптаційні зміни (Колупаєв Ю.Є., Косаківська І.В., 2008).

На стресові сигнали зовнішнього середовища, рослинні клітини реагують, здебільшого, сприймаючи їх вплив певними рецепторами плазматичної мембрани, які запускаючи внутрішньоклітинні шляхи трансдукції інформації, призводять до фізіологічної відповіді.

До основних механізмів трансмембральної передачі сигналу відносять: лігандрегульовану активацію ланцюжка рецептор – G-білок, лігандрегульовані рецептори-ферменти та лігандрегульований транспорт іонів (Крутецкая З. И., Лебедев О.Е., 2000).

У клітинах рослин наявні, як мінімум, сім сигнальних систем, а саме: кальцієва, ліпоксигеназна, фосфатидокислотна, супероксидсинтазна, циклоаденілатна, MAP-кіазна, NO-синтазна. Тією чи іншою мірою, вони можуть бути задіяні у передачі стресових сигналів (Тарчевський І.А., 2002).

Наразі, участь сигнальних систем клітин рослин у передачі стресового сигналу детально вивчено на прикладі еліситорів та сполук, які утворюються при деградації рослинних клітинних стінок та мембран.

Що стосується вивчення рецепторів сигналів абіотичних стресорів, то тут, ситуація менш оптимістична порівняно з біотичними. Припускають, що таку функцію можуть виконувати рецептороподібні протеїнінази та двокомпонентні гістидинкінази, які зв'язані з G-білками (Кордюм Е.Л., 2003). Гадають, що саме вони беруть участь у передачі сигналів при холодовому та осмотичному стресах.

Вважають, що плазматична мембранна також може діяти, як первинний сенсор на температурні та осмотичні коливання, за рахунок змін її фізичних характеристик (Колупаєв Ю.Є., Косаківська І.В., 2008). І хоча, первинні рецептори абіотичних стресорів недосконало досліджені, роль мембран у сприйнятті сигналів тяжко переоцінити, оскільки в них наявні більшість стартових ферментів сигнальних систем. З мембранами зв'язані фосфоліпази, які причетні до ініціації фосфатидокислотної, кальцієвої та ліпоксигеназної (Kaur N., Gupta A.K., 2005). В плазмалемі також знаходяться ферменти, які продукують деякі форми пероксидаз та АФК – НАДФН-оксидазу. Активність цих ферментів, зумовлена дією стресора, призводить до накопичення АФК (Колупаєв Ю.Є., Косаківська І.В., 2008). Так, НАДФН-оксидаза є стартовим ферментом супероксидсинтазної (НАДФН-оксидазної) сигнальної системи рослинних клітин.

Припускають, що іони кальцію та АФК є ключовими компонентами єдиної сигнальної мережі. Підвищення концентрації іонів кальцію в цитозолі є однією з найбільш ранніх реакцій на стресові впливи. Надходження іонів Ca^{2+} в цитозоль здійснюється завдяки відкриванню кальцієвих каналів різних типів. Ці канали знаходяться в тонопласті, плазмалемі, ядерній мембрані, мембранах ендоплазматичного ретикулуму, хлоропластах.

На різних етапах функціонування єдиної сигнальної системи, може відбуватися взаємне підсилення дії даних компонентів. Наприклад, АФК може впливати на деякі типи кальцієвих каналів, що призводить до їхнього відкриття. (Mori, Shroeder, 2004). А от, підвищення вмісту кальцію в клітинах призводить до активації НАДФН-оксидази та інших ферментів, що беруть участь в генерації АФК. В подальшому відбувається передача кальцієвого сигналу на білки мішені, фосфорилування факторів регуляції транскрипції та зміна експресії генів, які забезпечують фізіологічну та метаболічну клітинну відповідь (Колупаєв Ю.Е., 2007).

На даний час, є представлена інформація про роль кальцію та АФК в активації експресії генів, які контролюють такі захисні реакції, як активація антиоксидантних ферментів, синтез поліамінів та проліну, утворення стресових білків (Колупаєв Ю.Є., Косаківська І.В., 2008).

Отже, багато явищ викликають стресові реакції, що можуть бути відображенням активації сигнальної системи рослини, яка необхідна для розвитку фізіологічної відповіді. Прикладом такого явища слугують посилення генерації АФК, зміна вмісту кальцію в рослинній клітині та активація катаболічного потоку, який супроводжується появою низькомолекулярних сполук, що виконують сигнально-регуляторні функції.

СЕКЦІЯ 7

ЕКОЛОГІЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ

УДК 582.394 (477)

Фармега О.С.¹, Безсмертна О.О.^{2,3}, Яворівський Р.Л.¹, Бабицький А.І.⁴

ПОШИРЕННЯ ТА СТАН ПОПУЛЯЦІЙ САЛЬВІНІЇ ПЛАВАЮЧОЇ (*SALVINIA NATANS* (L.) ALL., SALVINIACEAE, POLYPODIOPSIDA) В УКРАЇНІ

¹Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. Максима Кривоноса, 2, м. Тернопіль, 46027, Україна
e-mail: forik-botan@i.ua

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська 64/13, м. Київ, 01601, Україна
e-mail: olesya.bezsmertna@gmail.com

³Ківерцівський національний природний парк «Цуманська пуца»
вул. Незалежності 18, Волинська обл., м. Ківерці 45200, Україна

⁴Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: andriybabytskiy@gmail.com

Salvinia natans (L.) All. (*Salviniaceae*, *Polypodiopsida*) – голарктично-давньосередземноморський реліктовий вид, який охороняється не тільки на національному, а й на міжнародному рівнях. Він наведений у всіх виданнях «Червоної книги України», а також включений до Додатку I Бернської конвенції, Європейського червоного списку (категорія Near Threatened) та списку Міжнародного союзу охорони природи (категорія Least Concern). Раніше цей вид наводили майже для всієї території нашої країни. Найбільше його знахідок було відомо з басейнів річок Дніпро, Дністер, Дунай, Південний Буг і Сіверський Донець (Безсмертна та ін., 2016). Однак, відомості щодо поширення *S. natans* для низки регіонів були суперечливими та недостатньо повно висвітленими. Зазначене стосується насамперед територій Волинської, Житомирської, Івано-Франківської, Львівської, Рівненської та Чернівецької областей.

Уперше для України *S. natans* наводиться з Галичини та Буковини ще у першій половині XIX ст. (Zawadzki, 1835). До 70-х років минулого століття вже стає відомою значна кількість локалітетів виду для багатьох адміністративних областей держави (Чопик 1978). Однак, залишалися недостатньо дослідженими такі регіони як Волинська, Івано-Франківська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Чернівецька та інші обл., для яких вказівки виду були або сумнівними, або зовсім відсутніми.

На сьогодні *S. natans* достовірно відома майже на всій території України, окрім Чернівецької обл. та АР Крим (Безсмертна та ін., 2016). Щодо останнього регіону, то вид все ж таки одноразово наводився для його північної частини (Цвелев, 2005). Однак згадана знахідка вважається не підтверджена до сьогодні. Існує також інформація щодо поширення *S. natans* і на території Чернігівської обл.

Щодо знахідок *S. natans* в інших адміністративних регіонах, то на сьогодні для Вінницької обл. відомо 17 локалітетів, Волинської – 15, Дніпропетровської – 14, Донецької – 12, Житомирської – 25, Закарпатської – 17, Запорізької – 8, Івано-Франківської – 13, Кіровоградської – 6, Київської – 13, Луганської – 14, Львівської – 10, Миколаївської – 16, Одеської – 7, Полтавської – 38, Рівненської – 7, Сумської – 7, Тернопільської – 3, Харківської – 34, Херсонської – 26, Хмельницької – 3, Черкаської – 19 та Чернігівської – 31. Отже, загалом *S. natans* була знайдена на території України у понад 300 локалітетах.

Згідно результатів попередніх досліджень, отримані дані про динаміку чисельності популяцій *S. natans* в окремих водоймах України. Так, у липні – серпні 2018 р. В.П. Гельютою

під час байдарочного походу обстежено р. Турія (Волинська обл.) від с. Гішин Ковельського р-ну до її впадіння в р. Прип'ять, потім декілька кілометрів останньої до початку Вижівського каналу та сам канал до його впадіння в оз. Святе. Виявилося, що по всій довжині цього єдиного водотоку немає жодного погонного метра, де б не траплялася *S. natans*. Кількісний розподіл рослин визначався гідрологічними умовами річки: де швидка течія – рослини формували угруповання попід берегами, у невеличких затоках; перед місцями, де річка перекивається водною рослинністю (насамперед видами роду *Potamogeton* L. і *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla), або ж перед і за мостами утворювалися величезні непрохідні для човнів суцільні скупчення, в яких кількість особин сягала мільйонів (Безсмертна та ін., 2020).

Зазначимо, що на спеціально дослідженому відрізку русла р. Прип'ять від впадіння в неї р. Турія і понад три кілометри проти течії не було знайдено жодної особини *S. natans*, тоді як нижче від вказаної точки розвиток папороті місцями був масовим, незважаючи на зміну хімічного складу води, що сталася через злиття двох річок. Отже, освоєння цією рослиною р. Прип'ять та її приток не є глобальним явищем у регіоні і, очевидно, пов'язане з одиничним її занесенням у р. Турію. (Безсмертна та ін., 2020).

Підкреслимо, що *S. natans* утворює стійкі популяції переважно у мілководних водоймах з непроточною або слабопроточною водою. І ті куртини папороті, які реєструвалися у відмінних від вказаних вище умовах, швидше за все були ефемерофітними. Русла річок можуть слугувати шляхом транзиту виду із заводей та мілководь до аналогічних біотопів нижче за течією. Площа «плавучих островів», що постійно та у великих кількостях пропливають за течією річки, може сягати понад 10 м². Так, за дослідженнями О. Безсмертної і Г. Казарінової, які проводилися у 2016–2019 рр., у руслі р. Сіверський Донець скупчення *S. natans* локалізувалися переважно на мілководдях уздовж берегів та в затоках, що не створювало перешкод для проходження човнів руслом річки; її затоки з товщею води понад 50 см, де вплив руслових процесів мінімальний, заростали вільноплаваючими видами, серед яких не останню роль відігравали і килимки *S. natans*, іноді площею до 30 м².

Згідно з останніми дослідженнями, швидке поширення *S. natans* спостерігається і поза межами України. Його пов'язують із глобальним потеплінням (Świąta-Musznicka et al., 2011). Так, була встановлена пряма залежність кількісної структури популяцій від суми ефективних температур у вегетаційний період, тобто підвищення температури середовища сприяє збільшенню кількості особин у популяціях і, відповідно, зростанню числа локалітетів *S. natans* (Цапліна, 2014).

Підсумовуючи сказане вище, зауважимо, що досліджений вид у багатьох регіонах України утворює стійкі популяції, часто великої площі (понад 1 га) зі значною кількістю особин і проективним покриттям до 100%. Одночасно він домінує, утворюючи угруповання разом із *Lemna minor* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid. і *Trapa natans* s.l. (асоціації *Lemnetum minoris* (Oberd. 1957) R. Tx., Mull. et Gors 1960, *Spirodela-Salvinietum natantis* Slavnic 1956, *Trapetum natantis* Kárpáti 1963), а нерідко – навіть монодомінантні (Безсмертна, Шевчик, 2014). Такий розвиток виду спричинює проблеми для місцевого населення: у водоймах зі значним проективним його покриттям під час піку розвитку (липень–серпень) і відмирання рослин (вересень–жовтень) спостерігається брак кисню та, як наслідок, може відбуватися задуха риби у штучних мілких водоймах із малопроточною чи непроточною водою. Значно знижуються рекреаційні можливості водойм, оскільки гальмується чи навіть унеможливується рух маломірних суден, зникають умови для купання, аматорського рибальства тощо. Восени, через відмирання та гниття рослин папороті, погіршуються естетичні властивості рік і ставків.

Пенкін О.В., Бабицький А.І.

ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ РОДУ *FORSYTHIA* JUSS. В УКРАЇНІ
Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: penkin-sasha@i.ua, andriybabytskyi@gmail.com

Форзиції (*Forsythia* Juss.) – це листопадні кущі з супротивним розташуванням листків. Пагони та гілки зазвичай голі, порожнисті або з пластинчастою серцевиною. Бруньки з кількома зовнішніми лусками, що черепицеподібно налягають одна на одну. Листки прості, трійчасті, пилчасті або цілокраї, зрідка опушені, іноді трилопатові або трироздільні. Квітки від лимонно-жовтого до насичено-жовтого кольору, на квітконосах, зазвичай розташовані по 1–3 (6) в пазухах. Розпускаються раніше листків. Чашечка глибоко 4-роздільна; віночок 2 – 4 см у діаметрі, з короткою дзвоникоподібною трубкою та 4 великими продовгуватими долями; тичинок 2, вони з пиляками, що злегка виступають з трубки; стовпчик тоненький, довший або коротший за тичинки, з дволопатевою приймочкою.

Для рослин роду *Forsythia* характерний диз'юнктивний ареал: 1 вид (*F. japonica*) трапляється лише в Японії, 3 види – в Кореї (*F. koreana*, *F. ovata* та *F. saxatilis*), 4 види – в різних частинах Китаю (*F. suspensa*, *F. viridissima*, *F. mandschurica* та *F. giraldiana*) та 1 вид (*F. europaea*) – у Північній Албанії й прилеглий частині Косово. Така диз'юнкція ареалу, очевидно, вказує на філогенетичну давність роду (Аврурін, 1956).

Наразі в Україні інтродуковано 10 видів форзицій. Найбільша колекція цих рослин представлена у дендрарії Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України. Нині в цій колекції представлено 10 видів, два різновиди та 24 декоративні форми форзицій: *Forsythia giraldiana*, *F. europaea*, *F. × intermedia* (форми 'Arnold Dwarf', 'Arnold Giant', 'Beatrix Farrand', 'Densiflora', 'Gold Zauber', 'Gold Ranchen', 'Karl Sax', 'Lynwood', 'Mertensiana', 'Parkdekor', 'Primulina', 'Spectabilis', 'Spring Beauty', 'Spring Glori', 'Tremonia' та 'Vitellina'), *F. suspensa* (форми 'Atrocaulis', 'Decipiens', 'Nimans', 'Pallida', 'Pubescens' та 'Variegata', різновиди var. *sieboldii*, var. *fortunei*), *F. viridissima* (форми 'Bronxensis' та 'Weber's Bronx'), *F. koreana*, *F. ovata* (форма 'Tetragold'), *F. japonica*, *F. saxatilis* та *F. mandschurica*. У Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України продовжується робота по залученню до колекції нових декоративних форм форзицій, а також збільшення кількості рослин видів, представлених в колекції поодинокими рослинами.

Основні посадки форзицій у Національному ботанічному саду проведено в період 1946 – 1952 рр. Рослини та насіння для створення цієї колекції збиралися в багатьох країнах світу. Так, з Дрездену (Німеччина) у 1946 р. 3-річними саджанцями отримано 23 екземпляри форзиції середньої; у 1949 р. 2-річними саджанцями з Головного ботанічного саду РАН (РАН) (Москва, Росія) було отримано 17 екземплярів форзиції середньої 'Спектабіліз' (*F. × intermedia* 'Spectabilis'); 10 екземплярів ф. яйцевидної (*F. ovata* Nakai) отримано у 1946 р. з Дрездену (Німеччина); 11 екземплярів ф. пониклої різновиду Форчуна (*F. suspensa* var. *fortunei*) було також отримано з Дрездену у 1946 р.; зі Стокгольму (Швеція) у 1956 було отримане насіння форзиції Джиральда (*F. giraldiana*); з Бухаресту (Румунія) у 1945 р. 3-5-річними саджанцями було отримано ф. пониклу; у 1949 р. з ГБС вкоріненими живцями було отримано ф. пониклу 'Деціпієнз' (*F. suspensa* 'Decipiens'); 3-річними саджанцями з Дрездену (Німеччина) було отримано 11 екземплярів ф. пониклої різновиду Форчуна (*F. suspensa* var. *fortunei*); у 1948 р. з Ботанічного саду БІН РАН 3-річними саджанцями було отримано ф. пониклу різновид Зібольда (*F. suspensa* var. *sieboldii*); у 1957 з Ботанічного саду Кью (Великобританія) було отримане насіння ф. гірської (*F. saxatilis*). Більша частина зібраної колекції дублювалась рослинами з Москви та Лісостепової дослідної станції (Росія). Пізніше,

ця колекція поповнювалась шляхом залучення до неї декоративних форм переважно форзиції середньої з різних ботанічних садів України.

Культивуються форзиції і в низці інших ботанічних установ України. Серед цих установ слід назвати: Ботанічний сад Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіПУ), Ботанічний сад імені академіка О.В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка (м. Київ) (БСКНУ); Національний дендрологічний парк “Софіївка” НАН України (м. Умань Черкаської обл.); Державний дендрологічний парк “Тростянець” НАН України (м. Тростянець Чернігівської обл.); Державний дендрологічний парк “Олександрія” (м. Біла Церква Київської обл.) та ін.. Зазначимо, що в цих ботанічних установах постійно ведеться робота з впровадження нових декоративних форм форзицій. Окрім того, форзиції (переважно європейська, поникла та середня) повсюдно культивуються в парках, скверах, вуличних насадженнях та в приватних садибах.

Дідур Є.О., Дашенко А.В.

БЕНТОСНІ ВІДКЛАДЕННЯ ЯК ГЕОХІМІЧНИЙ СОРЕБЦІЙНИЙ БАР'ЄР ПРОМИСЛОВО-ПОБУТОВИХ ЗАБРУДНЕНЬ МОРІВ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

e-mail: lisa.townley6648@gmail.com

Впродовж багатьох років у морських донних осадах акваторії морів накопичуються хімічно та біохімічно стійкі антропогенні токсиканти (важкі метали, нафтопродукти тощо). Їх кількість настільки велика, що це багаторазово перевищує їх зміст по всій водянній товщі морів усього світу. Кумулятивний ефект від цього є дуже вагомим фактором збільшення кількості мутацій у представників бентосу та усіх інших гідробіонтів опосередковано. Саме бентосні організми є чудовими індикаторами депонування різного роду антропогенних (і не тільки) поллютантів, які поступають у біогеохімічні цикли. Протягом усієї докембрійської історії Землі переважали консервативні бентосні ціанобактеріальні спільноти, які практично не відрізнялися від сучасних. Вони були поширені всюди, різко домінуючи в певних палеогеографічних стаціях – амфібіальних ландшафтах.

Отже, сучасні бентосні спільноти галофільних мікроорганізмів також викликають інтерес як аналоги древніх водних екосистем, особливо у плані реакції на антропогенні втручання. Однак, якщо забруднення донних відкладень абісали відбувається за рахунок поступового накопичення поллютантів впродовж тривалого часу, то забруднення морських вод прибережної зони складається з суми динамічних показників забруднень протягом року.

Існує певний зв'язок між явищем потрапляння та локального депонування певного поллютанту у бентосний шар літоральної смуги та розвитком певної, супутньої йому спільноти організмів (або окремого виду), які дуже швидко пристосовуються до змінених умов та можуть бути використані для ідентифікації певного забруднювача.

Одними з пріоритетних забруднювачів поверхневих водних об'єктів залишаються важкі метали, що мають токсичний, мутагенний та канцерогенний вплив на живі організми [19]. Також вони мають властивість накопичуватися у донних відкладах та живих тканинах. Оскільки для багатьох видів тварин і рослин донні відкладення є невід'ємною складовою життєдіяльності, забруднення мулу може вплинути на процеси їхньої життєдіяльності (П. Д. Клоченко, Г. В. Зубенко, И. Б. Харченко, 2007). При нагромадженні шарів цих відкладів (замуленні) змінюються морфометричні показники водойм, хімічні та біологічні процеси насамперед серед представників бентосу (М. В. Гусев, К. А. Никитина, 1979).

Локальні бентосні спільноти є супутниками депонування важких металів – компонентів промислово-побутового забруднення, які мають негативний кумулятивний ефект. Свинець, мідь, цинк, нікель та кадмій є домінуючими поллютантами, відходами чорної та кольорової металургії. До першого класу небезпечності відносять Cd, Pb, Zn, а вже Cu та Ni відносяться до другого класу небезпечності.

Акумуляуючи забруднення, що надходять у водойму протягом тривалого періоду, донні відклади є індикатором екологічного стану території, своєрідним інтегральним показником рівня і масштабу техногенного забруднення. За рівнем акумуляції поллютантів у навколишньому середовищі та у живих організмах безпосередньо, можна судити про їх толерантність до коливань екологічних чинників. На розвиток бентосних організмів накладається також ритміка природних процесів, таких як гранулометричний склад ґрунтів і кількість органіки в мулових відкладеннях (В. Д. Романенко, Ю. Г. Крот, 2012).

Відомо, що *Rhizobium metallidurans*, *Alcaligenes faecalis*, *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Azomonas agilis* акумулюють важкі метали (Zaw K. Latt, San S. Yu, Ei P. Kyaw, Tin M. Lynn, May T. Nwe, Wai W. Mon, and Kyaw N. Aye, 2018), які надходять до акваторії декількома міграційними шляхами: з водним потоком; з атмосферними випадіннями; з поверхневим стоком та підземними водами; антропогенною складовою, а саме виробничими комплексами, які розташовані або на узбережжі, або у безпосередній

близькості від нього.

Отже, можна зробити висновок, що деякі бактерії здатні акумулювати важкі метали, які насамперед володіють мутагенними та канцерогенними властивостями. Використання *R. metallidurans*, *A. agilis*, *P. syringae*, *A. faecalis*, *P. pseudoalcaligenes* як індикаторів забруднення важкими металами не має шкідливого впливу на навколишнє середовище. Основна проблема полягає в тому, що токсиканти при потраплянні в БГХЦ, депонуються у всіх консументів в різній кількості, викликаючи різного роду хвороби нервової та травної систем. Для того щоб попередити незворотні наслідки постійного надходження важких металів до організму, доцільно використовувати методики біоіндикації.

Пишна Д.О., Бабицький А.І.

ІСТОРИЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЛОГЕНЕТИЧНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ВИДІВ РОДУ *BETULA* L.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

e-mail: dasha456696@gmail.com, andriybabytskiy@gmail.com

Рід береза (*Betula* L.) у світовій флорі нині представлений понад 100 видами, різновидами, формами та гібридами, які в природних умовах зростають в Європі, на Кавказі, в Західному та Східному Сибіру, Центральній та Східній Азії та у Північній Америці (Пархоменко, 2011).

Центром виникнення видів роду *Betula* є Східна Азія (Васильєв, 1969). В неогені їхнє поширення відбувалося в бік Атлантичного (*B. medwedewii* Rgl., *B. raddeana* Trautv.) та Тихого океанів (*B. lenta* L., *B. schmidtii* Rgl.). В антропогеновий період вони розділилися на низку видових серій.

У льодовиковий період виділились кущові види із дрібними листками, що характеризує берези Півночі та Північного Сходу. Це викликано холодно-посушливими періодами в материковій частині Східної Азії. Види секції *Albae* виділилися із секції *Costatae* в кінці пліоцену або в плейтоцені в Байкало-Саянській флористичній області. Із цієї області вони поширювалися на захід і на схід, де зайняли широкі простори, і розпочалося посилене їхнє автохтонне трансформування (Пархоменко, 2011).

Види секції *Albae* (*B. pendula* та *B. platyphylla*), розділившись у Байкальській області, мігрували в протилежних напрямках – у бік Атлантичного океану (*B. pendula* та інші види), та у бік Тихого океану (*B. platyphylla* та інші види) (Васильєв, 1961).

Види секцій *Albae*, *Fruticosae*, *Nanae*, як менш теплолюбні порівняно з видами секції *Acuminatae* і *Costatae*, поширилися на північ, північний схід, схід та захід в горах та на рівнинах.

Більшість видів берез секції *Costatae*, за винятком північно-американських *B. lenta* L. та *B. nigra* L., є гірськими видами (Пархоменко, 2011). Вони розповсюджені в регіонах з морським кліматом та великою кількістю опадів (Японія, Сахалін, Камчатка, Китай, Кавказ). Види цієї секції зростають в гірських умовах на схилах різної експозиції. В екологічному відношенні вони краще пристосовані до умов гірського середовища.

В.М. Васильєв на основі своїх досліджень стверджує, що берези, які мають масивні луски плодкових сережок і довго тримаються на осі стержня, вважаються примітивнішими. Східно-азійські види, особливо секції *Costatae*, є примітивнішими за будовою приквіткових лусок, жилкуванню листків, за ступенем масивності та міцності приєднання до осей приквіткових лусок. На основі цих ознак В.М. Васильєв вважає, що центром виникнення берез секції *Costatae* є східна Азія. Звідти в різні сторони в неогеновому періоді відбувалося їх розселення. Міграція відбувалася разом із листопадною широколистяно-хвойною тургайською флорою на північній окраїні її і по горах. У процесі еволюційного розвитку та зміни умов навколишнього середовища найвіддаленіші від центру свого виникнення види дуже змінилися. В антропогеновому періоді вони розділилися на ряд видових серій, серед яких збереглися проміжні ланки, які утруднюють їхнє розмежування. Протягом льодовикового періоду із цієї групи виділилась серія кущових видів із дрібними листками. Цьому могли сприяти холодно-засушливі періоди в материковій частині Східної Азії. Відокремлення архіпелагу островів ще більше сприяло розмежуванню берез на окремі групи.

Система роду *Betula* досить складна, а становлення деяких видів суперечливе, що пояснюється мінливістю морфологічних ознак. Навіть береза повисла (*B. pendula*) та пухнаста (*B. pubescens*) – одні із найскладніших. Види із секції *Albae* легко пристосовуються до умов зовнішнього середовища, утворюють велику кількість гібридів та мають широкий

ареал. Тому важко врахувати кількість перехідних форм під час визначення таксономічних ознак (Комаров, 1953).

Першими класичними роботами зі зведення в систему видів роду *Betula* L. є дві монографії Е.Л. Регеля (Regel, 1860, 1866), в яких він вперше на той час описав види берез світової флори. Рід *Betula* Е. Регель розділив за ознаками розміщення плодкових сережок на пагонах, співвідношення розміру покривних лусок та плодів на 2 секції: *Eubetula* та *Betulaster*. У видів секції *Eubetula* плодові сережки розміщені поодинокі, а покривні луски плодів ширші ніж горішок. До цієї секції віднесено 6 підсекцій: *Albae*, *Fruticosae*, *Nanae*, *Dahuricae*, *Costatae*, *Lentae*. У секції *Betulaster* Е. Регель виділив одну підсекцію *Acuminatae*. У видів цієї підсекції плодові сережки утворюються на верхівці укорочених пагонів по декілька разом, а крила горішка ширші за покривну луску плодів.

Аналогічний розподіл на секції зробив і Г. Вінклер, який також виділив 2 секції: *Eubetula* та *Betulaster*, але поділ на секції він проводив по-іншому, ніж Е. Регель. Секцію *Eubetula* він розділив на 3 секції: *Costatae*, *Albae*, *Nanae*, до яких відніс 33 види. Із секції *Betulaster* Г. Вінклер виділив підсекцію *Acuminatae*, до якої відніс 4 види – *B. Maximowiczii*, *B. alnoides*, *B. luminifera* та *B. baeumkeri* (Winkler, 1904).

В.М. Сукачов підсекцію *Albae* розділив на 3 ряди, або серії: *Verrucosae*, *Pubescens* і *Tianschanica*. У серію *Tianschanica* він включив багато нових середньоазійських видів. На основі різниці розмірів листка та числа жилок, а також форми приквіткових лусок, підсекції кущових берез автор відніс до рангу секцій, зберігши за ними назви, дані Е. Регелем (Сукачев, 1911).

О.І. Кузенева [274] секцію *Eubetula* розділила на 6 секцій: *Asperae*, *Albae*, *Costatae*, *Dahuricae*, *Fruticosae*, *Nanae*. Секції *Acuminatae* і *Lentae* автором не згадуються, бо вона описала лише види берез на території Російської Федерації (Кузенева, 1936).

Г. Крюсман рід *Betula* розділив на 4 серії: *Acuminatae*, *Costatae*, *Excelsae* та *Humiles*. У серію *Excelsae* віднесено види секції *Albae*, а в серію *Humiles* – види секції *Fruticosae* та *Nanae* (Krusmann, 1976).

О.К. Скворцов у роді *Betula* об'єднує як синоніми ряд видів, раніше описаних як нові види – *Betula pendula* – 10 видів, *B. pubescens* – 8 видів, *B. microphylla* – 14 видів, *B. ermanii* – 3 види (Скворцов, 1974).

Пропонували розділення видів роду *Betula* на серії, ряди, секції і інші ботаніки, але найповніше зведення, узагальнююче щодо системи роду *Betula* зроблено Б.М. Зам'ятніним (Зам'ятнін, 1951). У цьому зведенні описано 78 видів берези із Європи, Кавказу, Центральної та Східної Азії, Північної Америки. На основі запропонованих Е. Регелем морфологічних ознак, Б.М. Зам'ятнін розділив рід *Betula* на 5 секцій за основними ознаками, виявленими Е. Регелем: форма і розмір плодової сережки, розмір крилець дозрілого горішка, життєва форма, кількість жилок у листа, форма покривної луски при плоді. Назви секцій, вперше запропоновані Е. Регелем, були збережені. Секція *Asperae*, а також підсекція *Dahuricae* і *Lentae* об'єднані в секцію *Costatae*. Такий розподіл на секції в сучасній системі роду *Betula* визнано більшістю ботаніків. За такими ж ознаками розподілив рід *Betula* на 4 серії та 40 видів А. Редер.

Отож, наразі у межах роду *Betula* виділяють 5 секцій: *Acuminatae*, *Albae*, *Costatae*, *Fruticosae*, *Nanae*. Видовий склад берез у флорі України відноситься до двох секцій – *Albae* та *Fruticosae*. До секції *Fruticosae* належить лише *B. humilis*. Переважаюча більшість аборигенних видів берези флори України відноситься до секції *Albae*. Секції *Acuminatae* і *Costatae* є найдревнішими в роді *Betula*. У сучасних флорах світу види цих секцій поширені в основному у Південно-Східній Азії, Гімалаях та Північній Америці. У флорах інших регіонів вони є або ендеміками, або ж мало поширені. У процесі еволюційного розвитку види берез автохтонно переродились і це сприяло їх достатньо широкій амплітуді пристосування в нових умовах середовища і це є визначальним в інтродукційній здатності видового різноманіття роду *Betula*.

Лікар І.Я., Лікар Я.О.
РОСЛИННІ ЕКСТРАКТИ ПРОТИ ШКІДНИКІВ ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕНЬ
Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: LikarIvan24@gmail.com

Для боротьби з шкідниками пестицидні рослини застосовують у вигляді настоїв і відварів.

Збирати пестицидні рослини необхідно за сухої ясної погоди, як спаде і висохне роса, в певну для кожного виду фазу розвитку. Хворі рослини, зокрема, уражені листки і стебла не використовують. Кореневища, корені, цибулини ретельно очищають від ґрунту і промивають холодною водою. Слідом за збиранням рослин їх просушують. Під час заготівлі і сушіння рослини слід уважно стежити за ними, не допускати підмокання і зігрівання, а тим більше загнивання.

Висушені рослини зберігають у темному, сухому, ретельно провітрюваному приміщенні в мішках, пакетах чи іншій щільно закритій тарі.

Приготування настоїв. Подрібнений рослинний матеріал кладуть у чисту, суху емальовану посуду необхідного об'єму, заливають окропом, щільно закривають кришкою і ставлять на малий вогонь, але до кипіння не доводять. Через 15 хвилин його зливають, охолоджують і проціджують. Після цього можна використовувати настої за призначенням. Діюча речовина інсектицидних рослин краще одержується із подрібнених частин рослин. Тому рослинну сировину необхідно подрібнити: листки, квітки, трава розміром частинок до 5 мм, стебла, коріння, кореневища - до 3 мм, насіння - до 0,01 мм.

Для приготування відварів подріблену рослинну сировину кладуть у таку ж посуду, як і для приготування настоїв, і заливають окропом. Ставлять на вогонь і кип'ятять на протязі 25-30 хвилин. В міру випаровування воду доливають до необхідного об'єму. Охолоджують відвар на протязі 15-20 хвилин при кімнатній температурі, після цього проціджують і застосовують.

Відвари і настої при зберіганні швидко руйнуються, особливо в літній час. Краще всього їх готувати незадовго до застосування. Можна приготувати більш концентровані відвари і настої, а перед застосуванням розчинювати водою до потрібної концентрації.

Для кращого прилипання розчину на рослини додають мило господарське, але перед тим його настругують і розчиняють у невеликій кількості гарячої води. Мило до настоїв і відварів додають лише перед самим обприскуванням, рідину ретельно розмішують, фільтрують перед zalиванням до обприскувача. В жарку погоду краще обробляти рослини вранці, після висихання роси, або у вечері до її випадання. При сильному вітрі перед дощем, під час його і відразу після нього обробку рослин проводити недоцільно.

Обприскування повторюють через 5-7 днів, а іноді і частіше, якщо в цьому виникне потреба

**СТАН РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЗАХІДНОГО КУКУРУДЗЯНОГО ЖУКА ТЕРИТОРІЄЮ
УКРАЇНИ**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: fiksiki12@ukr.net*

Кукурудза – одна з найпродуктивніших культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового й технічного забезпечення. Світове виробництво кукурудзи досягло 1,113 млрд. тонн. Серед шкідників кукурудзи одним із найбільш небезпечних є карантинний для України вид - західний кукурудзяний жук (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte).

В ареалах широкого поширення західного кукурудзяного жука (ЗКЖ, діабротика) його шкідливість призводить до чималих економічних збитків. Наприклад, у США щороку вирощують більше 350 млн. т. зерна. І до 10% від цієї кількості втрачається внаслідок діяльності діабротики. Отже, посіви кукурудзи потребують приблизно одного мільярду доларів витрат на їхній захист. Здатність *Diabrotica virgifera virgifera*, швидко пристосовуватись до місцевих кліматичних умов, міграцій на значні відстані та наявність посівів кукурудзи за умов беззмінного вирощування культури на великих площах сприяли тому, що на сьогоднішній день шкідник присутній у 22-х країнах Європи. Існує думка, що незабаром, через активне розповсюдження, цей шкідник може втратити статус карантинного.

Варто також зазначити, що кукурудзяний жук небезпечний саме тим, що його личинки знищують кореневу систему рослин. Харчуючись соками коренів, вони послаблюють стебло кукурудзи, внаслідок чого воно швидко ламається або в'яне. Дорослі шкідники здатні пошкоджувати суцвіття, поїдати пилок і зерна качана. Мало того, жуки та личинки цього шкідника переносять збудників грибкових, бактеріальних та вірусних захворювань кукурудзи.

Інвазія західного кукурудзяного жука в Україну відбулась в 2001 році на території Закарпатської області. У 2018 році уражені шкідником поля були виявлені в Київській, Кіровоградській, Миколаївській, Одеській та Черкаській областях. Враховуючи середню швидкість поширення діабротики, яка становить 40-50 км/рік, варто очікувати подальшого поширення карантинного виду у центральному регіоні. Як повідомляє Держпродспоживслужба, станом на 1 січня 2019 року західний кукурудзяний жук виявлений в 15 областях України. У 2018 році нові осередки діабротики знайдені у Вінницькій, Волинській, Житомирській, Івано-Франківській, Рівненській, Тернопільській та Хмельницькій областях. Загальна площа заселених шкідником територій становить 108 139,2 га, за минулий рік ці площі збільшилися на 19 188,6 га. У 2020 році нові вогнища карантинного шкідника з'явилися у 5-ти районах (Таращанському, Кагарлицькому, Тетіївському, Богуславському, Білоцерківському), у 11-ти господарствах на загальній площі 833,5 га.

Поява діабротики на теренах України та стрімке розповсюдження виду територією нашої держави становить реальну загрозу значних економічних збитків господарствам, що спеціалізуються на вирощуванні кукурудзи. Враховуючи це становище, вкрай актуальною є гостра необхідність у більш досконалому та поглибленому вивченні екологічних особливостей фітофага, його фенології для прогнозування і сигналізації строків появи стадій розвитку західного кукурудзяного жука та розробці екологічно орієнтованих заходів контролю чисельності шкідника.

Косміна Н.М.**НАСЛІДКИ НЕЛЕГАЛЬНОГО ВИДОБУТКУ.**

*Харківський Науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України,
вул Ковтуна, 34, м. Харків, 61036
e-mail: n.n.kosmina@ukr.net*

Сучасний стан навколишнього природного середовища, що значною мірою зумовлений масштабною екологічною злочинністю, а відтак – потребою протидії їй, викликає необхідність комплексного дослідження феномену екологічної злочинності на сучасному етапі, її стану та тенденцій. Разом із тим значна кількість питань концептуального визначення, характеру, змісту та основних напрямів протидії екологічній злочинності в Україні залишається невирішеною.

Частими екологічними злочинами є незаконний видобуток корисних копалин, в тому числі бурштину (зокрема, відкрито кримінальне провадження щодо його масштабного видобутку на території шести районів Рівненської області); порушення правил охорони чи використання надр; забруднення довкілля.

Проблематика екологічної злочинності загалом та протидії їй зокрема була предметом досліджень вітчизняних і зарубіжних учених, зокрема: В. Ф. Баранівського, З. Б. Бахмудова, О. В. Виноградової, С. Б. Гавриша, С. А. Голуб, Р. А. Гурбанова, О. М. Джузи, Я. Б. Дицевич, О. Л. Дубовик, П. В. Єрьомкіна, А. Е. Жалінського, Е. М. Жевлакова, О. В. Зражевського, М. В. Зяблікової, Н. Г. Іванової, С. М. Іншакова, Т. В. Корнякової, О. Г. Кулика, М. П. Куцевича, Н. А. Лопашенко, Ю. І. Ляпунова, Є. Г. Клетньової, В. К. Матвійчука, О. В. Мельник, Д. Б. Міннігулової, А. А. Музики.

За останні роки в Україні катастрофічно виріс нелегальний видобуток. Наприклад, більшість прибутку від роботи з українським бурштином осідає в Польщі, де діє легальний ринок, процвітає обробна індустрія та створюються наукові установи з роботи з бурштином. Українці ж роблять найбруднішу, малооплачувану роботу — видобувають. У переважній більшості випадків — нелегально. Негативні наслідки від нелегального видобування бурштину несуть загрозу екологічним і соціально-економічним складовим безпеки північно-західних регіонів України, впливають на розвиток окремих галузей господарства (сільського, лісового, гірничодобувного та ін.). Але не тільки копалини нелегального видобутку бурштину приносять негативні наслідки а й піску. Уже не перший рік ООН попереджає про те, що світові загрожує дефіцит піску. Щорічно його споживання перевищує 40-50 млрд тон – під час будівництва, виготовлення скла і цементу тощо. Це призвело до того, що останні десятиліття темпи видобування піску перевищили природні темпи його утворення. В Україні, як і в багатьох інших країнах, процвітає нелегальне видобування, що призводить не тільки до економічних збитків, але й до несприятливих екологічних наслідків.

Сучасний стан навколишнього середовища та питання екологічної злочинності є актуальним дослідженням і тому, на нашу думку, є доцільним здійснити кримінологічний аналіз сучасного стану та тенденцій екологічної злочинності в Україні та обсягів шкоди, які завдаються екології в процесі нелегального видобутку.

Головними проблемами, пов'язаними з незаконним видобутком, нелегальних копалин, є: в екологічній сфері – порушення цілісності геологічних порід, порушення гідрогеологічних умов на прилеглих територіях, знищення трав'яного покриву і родючого шару ґрунту, вирубування дерев і порушення їх кореневої системи, зміна болотних біоценозів, провокування активізації водної та вітрової ерозії; в економічній сфері – збитки у лісовому та водному господарстві, деградація ґрунтів, втрата для держави значних обсягів бурштину-сирцю, що суттєво перевищують обсяги легального видобування, недоотримання митних зборів, загальнодержавних та місцевих податків і зборів, що зумовлює зростання «тіньового» сектору економіки; в соціальній сфері – підвищення рівня криміногенної

обстановки в регіоні, високий рівень травматизму та смертності серед старателів через недотримання правил безпеки, зростання соціальної напруги через конфлікти між приїжджими старателями та місцевим населенням.

Таким чином, на територіях стихійного видобутку майже повністю знищується ґрунтовий профіль та руйнується природний стан материнської породи. Земельна ділянка засмічується нетоксичними відходами виробництва, такими як намитий з нижчележачих горизонтів пісок. Під час видобутку приповерхнева атмосфера забруднюється продуктами згоряння паливно-мастильних матеріалів. В цілому, внаслідок самовільного і нерегульованого використання поверхневих і підземних вод порушується гідрологічний режим території, понижується рівень ґрунтових вод, активізуються ерозійні та еолові процеси. Питання поліських земель, зіпсованих старателями, науковці досліджували не один раз. Наприклад, брали зразки ґрунту до глибини 40 см і побачили, що родючих шарів – немає. Окрім жакливого впливу на екологічну ситуацію в Українському Поліссі, держава зазнає і значних фінансових втрат, тільки на Житомирщині незаконним видобуванням пошкоджено майже 200 га земель лісогосподарського призначення, розмір шкоди, заподіяної лісу, становить фактично мільйон гривень. [2, 124-125]

Корисні копалини це природні мінеральні утворення, які можуть використовуватись у господарстві безпосередньо або після попередньої обробки. Бувають корисні копалини органічного і неорганічного походження, за фізичним станом – тверді, рідкі й газоподібні. Судова експертиза ґрунтів може розглядати тільки тверді корисні копалини, які самі по собі безпосередньо є ґрунтом або містять ті чи інші утворення, що містяться в ґрунтах. До найпоширеніших корисних копалин ґрунтового походження відносяться: глина, каоліни, пісок, пісковик, вапняк, крейда, гіпс, торф, мрамур кольоровий, граніт, галька, гравій, піщано-гравійна суміш.

В основному незаконне видобування корисних копалин проявляється в самовільному користуванні надрами, як одного з видів порушення встановлених правил використання надр і є злочином проти довкілля (ст.240 КК). При виявленні фактів незаконного видобування корисних копалин постає питання віднесення самої речовини до певної категорії корисних копалин. [1, 673-678]

Проблема нелегального видобутку- копалин комплексна. Вона торкається багатьох аспектів соціально-економічного, освітнього, культурного й політичного життя країни, а також низки важливих питань природознавчих наук – геології, геоморфології, палеогеографії і біології, у тому числі екології регіону. Тому вона потребує комплексного вирішення на державному рівні. На нашу думку, необхідно розвивати екологічні дослідження, а також зробити відповідальність за принесені пошкодження та екологічні злочини більш суттєвою.

Вітчизняне законодавство не регулює належним чином процес незаконного видобутку, тому перш за все Верховна Рада України має прийняти закон, який дозволить ефективно і з мінімальною шкодою для екології здійснювати добування цього дорогоцінного каменю.

Література.

1. Гавриш С. Б., Корчева З. Г. Злочини проти довкілля. Кримінальний кодекс України: Науково-практичний коментар / за заг. ред. В. В. Сташиса, В. Я. Тація. Київ: Концерн «Видавничий дім «Ін Юре», 2003. С. 649–704.
2. Черниш Р. Ф. Щодо окремих проблемних питань законотворчості у сфері легалізації видобутку корисних копалин (бурштину-сирцю) / Р. Ф. Черниш // Особливості нормотворчих процесів в умовах адаптації законодавства України до вимог Європейського союзу : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 3–4 черв. 2016 р. – Херсон : Гельветика, 2016. – С. 124–127.

Фокін Б.О., Хеллаф Н.Г.

**ОСОБЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ КОМАХ ФІТОФАГІВ
БІОЛОГІЧНИМИ ЗАХОДАМИ У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

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

В 2019 – 2020 роках за новітніх технологій вирощування польових культур нагальними виявились пошуки природних ворогів шкідників зернобобових технічних культур та кукурудзи. Особливого значення набували технології щодо застосування біологічного методу захисту рослин. При цьому, збереження природного середовища мешкання ентомофагів, набувало програсивного рівня за умов оптимізації сучасних систем і технологій контролю комах фітофагів. Так, в організмах виявлених видів комах, спорові бактерії проростали і спричиняли погібель зараженого господаря. Однак, критеріям цього є поріг шкідливості, при якому шкоди врожаю переважають витрати на їх запобігання.

Характерно, що застосування біологічних препаратів для контролю шкідливих організмів є невід'ємною складовою частиною сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Обґрунтоване використання біологічних засобів захисту рослин – характеризується значним різноманіттям властивостей, призначень, особливостей дії, впливу на людину, тварин і корисні організми, поведінки в навколишньому середовищі та післядії у сівозмінах.

У сучасних інтегрованих системах захисту рослин провідними є новітні системи і технології зокрема застосування біологічного методу оскільки науково обґрунтоване їх застосування забезпечує високу технічну і економічну ефективність.

Для захисту довкілля і людини від негативного впливу нових препаратів необхідно дотримуватися всіх регламентів щодо їх застосування.

Зокрема, вивчення і знання біологічних процесів, пов'язаних з вирощуванням сільськогосподарських культур за сучасного рівня землеробства, дослідження популяційної динаміки шкідливих і корисних організмів, вдосконалення тактики захисту за рахунок повнішого використання і агротехнічного методу, а також стійких сортів сприяє зменшенню негативного впливу на формування агроценозів.

Доцільно відмітити, що упродовж останніх середня по Україні чисельність гусениць підгризаючих совок на полях становила 0,1–2,0 екз./м²; а максимальна їхня щільність в осередках сягала 3–10 екз./м². Ними було ушкоджено в слабкому, середньому, подекуди сильному ступені 0,1–8,0, максимально 10–26, а в окремих осередках і 50% рослин кукурудзи, соняшнику, овочевих культур, ріпаку озимого, пшениці озимої.

На динаміку чисельності озимої совки впливали погодні умови: сприятливими є опади в період розвитку гусениць молодших віків за досить високих середньодобових температур та низька вологість у період заляльковування гусениць і льоту метеликів. Наявність квітучих рослин під час льоту шкідника сприяє різкому зростанню плодючості метеликів, тоді як їхня нестача часто призводить майже до повної безплідності самиць другого покоління. Із природних ентомофагів велике значення мали різні перетинчастокрилі паразити (яйцеїд-трихограма, їздці-іхневмоніди, браконіди), мухи-тахіни тощо. Знищують личинок також деякі види хижих жужелиць та комахоїдних птахів. Гусениці також уражуються грибами (білою, рожевою та червоною мускардиною), вірусними (гранульозом та ядерною поліедрією), протозойними хворобами й нематодами.

Чисельність їх за оптимальних погодно-кліматичних умов залишається на високому рівні, що свідчить про важливість проведення науково-обґрунтованих захисних заходів.

Заслуговує на увагу практична зацікавленість біологічним методом, яка зумовлена тим, що він безпечний для людини і теплокровних тварин. Агенти біологічного захисту не забруднюють навколишнє середовище, проявляють високу селективність, зручні для

масового виробництва та мають невичерпні ресурси для цього в довготривалих програмах боротьби зі шкідливими видами комах фітофагів зокрема за сучасною класифікацією.

За видовою належністю, залежно від природи діючого початку, біопрепарати поділяють на три основні групи:

Бактеріальні – вироблені на основі різних видів бактерій, їх застосовують для боротьби зі шкідниками і гризунами, проти фітопатогенів – бактерій-антагоністів;

Грибні – основою є гриби-ентомопатогени із широким спектром дії проти шкідників та мікроби-антагоністи і гіперпаразити, специфіку яких використано у боротьбі проти хвороб;

Вірусні – виготовлені на основі ентомопатогенних вірусів. Висока специфічність цієї групи біопрепаратів обумовлює їхню дію переважно на одного шкідника.

Біологічні препарати розділяють на наступні види:

фітофторозу, альтернаріозу, фузаріозу, фомозу, кокомікозу, бактеріозів і різного роду плямистостей і гнилей.

Біологічні інсектициди та акарициди – це вузькоспеціалізовані мікроорганізми і продуковані ними специфічні біотоксини направленої дії, призначені для боротьби з імаго і личинками шкідочинних комах, кліщів і комарів. Біологічні інсектициди володіють широким спектром дії, що дозволяє їм ефективно боротися з наступними шкідниками: колорадським жуком, капустиною совкою, вогнівкою, яблуневою плодожеркою, лучним метеликом, американським білим метеликом, яблуневою і плодовою міллю, павутинними кліщами, великою кількістю видів гусені, тощо. При цьому препарати абсолютно безпечні для бджіл.

**Білоножко Ю.О., Рабоконь А.М., Постовойтова А.С., Калафат Л.О., Приваліхін С.М.,
Топчій Т.В., Пірко Я.В.**

**ЗАЛЕЖНІСТЬ УРАЖЕННЯ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН ОМЕЛОЮ БІЛОЮ (*VISCUM ALBUM* L.)
ВІД ВИДУ ТА ВІКУ РОСЛИНИ-ХАЗЯЇНА**

ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»,

вул. Осиповського, 2а, м. Київ, 04123, Україна

e-mail: tkacheva_ua@ukr.net

Омели належать до групи паразитичних або напівпаразитичних рослин, які здатні прикріплюватися і проникати в тканини видів-господарів, впливаючи на формування деревини та такі фізіологічні процеси, як фотосинтез та дихання (Heide-Jørgensen, 2008). Омела отримує воду та мінеральні поживні речовини від господаря і може посилити водяний стрес, особливо в посушливих районах, тому омелу вважають однією з причин всихання багатьох цінних лісових культур (Dobbertin, Rigling 2006; Barbu, 2012). В той же час різні види омели є невід'ємними складовими багатьох рослинних угруповань (Baltazár et al., 2013; Briem et al., 2016). *Viscum album* L. (омела біла або омела європейська) – широкорозповсюджений вид на території більшості країн Європи, в тому числі й в Україні. За чисельними відомостями до видів на яких здатна оселятися омела належить близько 500 видів дерев та чагарників (Krasylenko et al., 2020). Омела оселяється як на голонасінних, так і на покритонасінних рослинах (Bilgili et al., 2020). За останні 25-30 років *V. album* набула значного, а місцями – масового поширення, переважно завдяки птахам. Існує думка, що масове розмноження різних видів омели також пов'язано зі змінами клімату, які призвели, з одного боку, до суттєвого ослаблення деревних рослин, з іншого – до створення комфортніших умов для паразитичних рослин роду омела. В той же час дослідження особливостей розселення *V. album* досі залишається слабо вивченим.

На основі літературних даних та шляхом власних досліджень найбільші площі, де була відмічена омела біла, виявлено у Харківській, Полтавській, Черкаській, Київській, Вінницькій, Житомирській, Хмельницькій, Рівненській, Луцькій, Тернопільській, Закарпатській, Львівській та Івано-Франківській областях. При цьому у східних, центральних регіонах та в урбанізованих районах західних областей найбільш поширеною є омела листяних порід, тоді як у лісових зонах західних областей зустрічаються представники ялицевої та соснової омели (Рибалка, Вергелес 2016; Пузріна 2017). В найбільш промислово навантажених регіонах України (Донецька та Дніпропетровська області) *V. album* зустрічається на досить обмежених територіях, віддалених від великих промислових об'єктів. На півдні України (Одеська та Херсонська області) – омела майже не зустрічається.

Як модельний об'єкт для вивчення видового та вікового складу листяних порід, що вражаються *V. Album*, було обрано парк пам'ятку садово-паркового мистецтва «Кинь-Грусть». Аналогічні дослідження проводилися також на ділянці з популяцією *Pinus sylvestris* L. в лісництві «Пуца-Водиця». Для визначення віку рослин використовували методику Плугатарь (2011). Ступінь ураженості дерев визначався за наступною шкалою: 0 – інвазія відсутня; I (слабке) – початок інвазії (1–5 кущів *V. album* в кроні); II (середнє) – розвиток інвазії (6–20 кущів); III (важке) – завершення інвазії (понад 20 кущів омели) (Гнатюк, Кавун, 2016.).

Вивчивши видовий склад дерев з омелою було виявлено, що найбільша кількість таких рослин, зокрема в межах дослідженої ділянки, належить до родів *Acer* (41%), *Robinia* (37%) та *Tilia* (10%), дещо менша кількість – *Betula* (6,3%), *Populus* (1,7%), *Salix* (3,2%), *Castanea* (0,8%). Серед видів деревних рослин, на яких була відмічена омела, значна кількість заражених особин належить до родів рослин, які вважають швидкоростучими. Серед рослин, яким притаманна найбільш висока швидкість росту, спостерігається і найвищий рівень розвитку інвазії, на деревах-хазяєвах спостерігалось до 30 кущів омели. Всі особини дерев-

господарів були живими. Проте на деяких з них спостерігалось багато сухих гілок. В досліджених вибірках 30,3% дерев має інвазію середнього ступеню розвитку, 55% – слабого та лише 14,7% – важкого.

Серед видів хвойних, на яких відмічено омелу в м. Київ та київській області, був лише один вид – *Pinus sylvestris*. Однак *V. album* на сосні є окремим підвидом *V. album ssp austriacum*, який має чітку спеціалізацію до рослини господаря (Bilonozhko 2021). Нами було встановлено, що навіть при безпосередньому механічному контакті насіння *V. album ssp album* не оселяється на *P. sylvestris* та *Picea pungens* L.

В цьому та попередніх дослідженнях (Білоножка та ін., 2019) на досліджуємих ділянках серед деревних рослин, на яких оселяється омела, не відмічено види роду *Quercus*. Серед рідко вражаємих – каштан (*Aesculus hippocastanum* L.) та бузок звичайний (*Syringa vulgaris* L.). Також нами не виявлено жодного випадку враження вільхи (*Alnus sp.*). Спостерігалось існування не заражених особин вільхи у місцях, де поруч дерева інших видів мали сильний ступінь зараження. В літературних джерелах є дані про зростання омели на вільсі (Lech et al., 2020). Однак зустрічаються суперечливі дані щодо стійкості тих чи інших рослин до заселення *V. album*. Так, наприклад, груша вважається родом стійким до омели (Бейлін, 1968), однак в інших роботах відмічається її зараження як *V. album* так і *V. coloratum* (Крілов, Леусова, 2006). Нами також відмічено зростання омели білої на груші. За Беккером (Becker, 2000), деякі листяні породи стійкі до зараження омелою (наприклад, *Fagus sylvatica* L.), а інші (наприклад, *Quercus sp.* та *Ulmus sp.*) рідко заражаються (Lech et al., 2020).

Раніше вже було описане таке явище, коли сусідні дерева одного і того ж виду мають дуже різний ступінь інфікованості омелою. Пояснюється це різною привабливістю (зручністю) рослини для відпочинку птахів, які переносять насіння. Крім того вважається, що на успішність прикріплення насіння та проростання гаусторіїв впливає якість кори. Оскільки насіння омели повинно міцно триматися за поверхню, щоб проросток міг проникнути в середину живих тканин, невеликі відмінності в фізичних або хімічних властивостях кори, імовірно, можуть створювати велику різницю в успішності інфікування (Ahmed, Dutt 2015). Також зазначається, що більш високі дерева є привабливішими для птахів, а отже частіше заражаються омелою (Kolodziejek et al., 2013). Оскільки насіння переважно розповсюджуються птахами, то сильніше вражені дерева спостерігаються на берегах водойм (Grundmann, et al., 2011). Нами було відмічено, що в лісових масивах більша кількість заражених дерев спостерігається по краях, ніж в середині деревостану. Вважається, що птахи віддають перевагу поодиноким деревам та деревам, що стоять на краю лісу, щоб відпочити і заночувати, а отже, вони більш інтенсивно заражаються (Baltazár et al., 2013). В деяких дослідженнях зазначається залежність зараження і від віку рослини. Так в роботі Barbu (2012) відмічається, що дерева ялиці білої віком більше ніж 100 років були інфіковані сильніше за молоді рослини.

В досліджуваній вибірці рослин також було проаналізовано вікову структуру як для здорових (не заражених) рослин, так і для рослин, на яких відмічено омелу білу. На наступному етапі було проаналізовано ураженість дерев різних вікових категорій. Виявлено, що найчастіше вражаються дерева 50-60 років. В нашому випадку ці рослини слід класифікувати як «старі рослини», оскільки серед досліджуваних не виявлено рослин віком вище 70-80 (або більше) років. Тоді як для сосни звичайної відмічалися особини з омелою віком від 90 до 100. На рослинах віком близько 150 років омели не виявлено.

Отже, в результаті проведених досліджень було встановлено, що в обраних вибірках найбільше вражаються омелою білою швидкоростучі дерева (види родів *Acer* та *Robinia*). При цьому, серед всіх дерев, на яких була виявлена омела, більшість належать до вікової категорії 50-60 років для покритонасінних, та 90-100 років для сосни. До того ж була відмічена залежність інтенсивності заселення рослин омелою білою від якості кори (товщина та тип поверхні), зручності для птахів (висота дерева, наявність поблизу водойм) та розташування в деревостані (крайові дерева).

Кісіль Н.Ю., Соломенко Л.І.

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ГМ КУЛЬТУР НА ГРУНТОВЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

e-mail: kisil.natalia.2015ann@gmail.com

Функціонування ґрунтової екосистеми є життєво важливим для стійкого розвитку біосфери. У ґрунтах відбувається багато процесів, до них входять: переробка поживних речовин із рослинних залишків для підтримання первинного виробництва та, як наслідок, введення сонячної енергії в біосферу. Інші процеси, що покращують якість навколишнього середовища, такі як придушення рослинних патогенів, секвестрація вуглецю та біоремедіація [Wheatley, R., 2009].

Оцінка стану ґрунту оцінюється на основі того, як ґрунт виконує свою здатність сприяти росту та продуктивності рослин. Кілька параметрів використовуються як показники стану ґрунту (органічні речовини ґрунту, родючість, ерозія, утримання поживних речовин); фізичні (інфільтрація, структура ґрунту, насипна щільність); хімічні (рН, реакційноздатний вуглець, нітрат ґрунту); та біологічні властивості (ґрунтові ферменти, мікроорганізми та їх діяльність) [USDA Natural Resources Conservation Service. n.d. Soil Health Assessment, 2021].

Популяція ґрунту сильно відрізняється за типами, чисельністю та функціональним вираженням, а також вона реагує на різні вхідні дані та фізичні умови. Це динамічні системи, які постійно розвиваються і змінюються, в яких багато компонентів нерозривно взаємопов'язані, деякі повністю автономні. Вхідні речовини рослин є основними рушіями функціонування ґрунтової екосистеми, і реакція на ці дані залежить від кількості вхідних хімічних речовин. Ці дані надходять від коренів, ексудатів коренів та сміття. Вони забезпечують енергію від розщеплення вуглецю, зафіксованого при первинному виробництві в рослині. Споживання різниться як за кількістю, так і за типом сполук залежно від видів рослин [Wheatley, R., 2009].

Більша частина вуглекислого газу, присутнього в атмосфері, зумовлена різними біологічними процесами, що відбуваються в ґрунті. Поглинання вуглецю відбувається, коли вуглець з атмосфери поглинається і зберігається в ґрунті. Цей процес життєво важливий, оскільки чим більше вуглецю зберігається в ґрунті, тим менше буде вуглекислого газу в атмосфері, що сприяє зміні клімату. Таким чином, відновлення деградованих ґрунтів та прийняття практики збереження ґрунту є важливими для зменшення викидів парникових газів у сільському господарстві [Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Soils Help to Combat and Adapt to Climate Change, 2015].

Вплив ГМ-культур на мікробні угруповання є важливим аспектом щодо родючості та якості ґрунту. При оцінці екологічних ризиків ГМ-культур враховують їх вплив на ґрунтові мікроби, що є основними для завершення біогеохімічних циклів та родючості ґрунту, оскільки рослини викидають у ризосферу до 20% своїх асимілятів. Отже, різні рослини можуть мати різний вплив на динаміку процесів ґрунту. Ґрунтові організми також беруть участь в процесах розвитку інших поживних речовин, таких як мобілізація фосфору та хелатування металів, щоб забезпечити поглинання рослиною. Їх діяльність також впливає на стан та якість ґрунту [Wheatley, R., 2009].

Механічне прополювання є однією з причин ерозії верхнього шару ґрунту. Бур'яни забирають поживні речовини з посівів. Для позбавлення від бур'янів застосовують обробку ґрунту або оранка. Однак це дуже трудомістка і не надто ефективна робота в боротьбі з бур'янами. Це також спричинює ерозію та стік, впливаючи на біорізноманіття ґрунту та дозволяє парниковим газам виходити з ґрунту. Занепокоєння Всесвітнього фонду дикої природи, змусили вчених вирощувати культури, які не потребують обробітку ґрунту, які

зараз відомі як стійкі до гербіцидів культури [Bodnar, A. The Promise of GMOs: Conservation Tillage., 2014].

Посіви, які стійкі до гербіцидів (НТ), мають вплив широкого спектра дії, таких як гліфосат та глюфозинат, вони є одними з найбезпечніших видів, що використовуються у господарствах. Ці гербіциди націлені на специфічні ферменти в метаболічному процесі рослини. Коли посіви НТ зазнають впливу цих гербіцидів, вони не гинуть, на відміну від оточуючих їх бур'янів. Таким чином, посіви НТ сприяють обробці ґрунту. Після внесення гербіцидів бур'яни гинуть і працюють як «ковдра», що захищає ґрунт від змивання. Внаслідок обробки зменшуються ерозії ґрунту. Це означає більше утримання води та менше викидів парникових газів. Сучасні типи гербіцидів, що використовуються з стійкими до гербіцидів посівами, також набагато менш токсичні, ніж ті, що використовувались у минулому столітті. Технологія толерантності до гербіцидів допомогла мільйонам фермерів у всьому світі. У 2018 році 88,7 мільйона гектарів було засіяно урожаєм НТ - найбільша площа, засаджена за біотехнологічними ознаками. [ISAAA. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years. ISAAA Brief No. 53. ISAAA: Ithaca, NY, 2017].

Був проведений польовий експеримент для дослідження розкладання залишків листя від гібридів кукурудзи Bt та non-Bt. Щоб показати механізми, які можуть спричинити зміни в розкладанні, оцінювали структурні рослинні компоненти (співвідношення C:N, лігнін, целюлоза, геміцелюлоза). Концентрації білка Bt також контролювали на всіх етапах росту та розвитку. Результати показали, що залишки листя були подібними у рослин Bt та non-Bt, тоді як відмінності між рослинами, що не є Bt, були більш помітними. Це також спостерігалось у рослинних компонентах, де було виявлено більше варіацій серед рослин, що не містять Bt, ніж між рослинами Bt та non-Bt. Також було виявлено, що Bt-білок має швидку деградацію, що свідчить про коротшу стійкість у рослинних залишках. Було встановлено, що рослини Bt не впливають на активність мікроорганізмів, що розкладає ґрунт [Zurbrügg, C., L. Hönemann, M. Meissle, J. Romeis, and W. Nentwig. Decomposition Dynamics and Structural Plant Components of Genetically Modified Bt Maize Leaves Do Not Differ from Leaves of Conventional Hybrids, 2010].

Ферменти ґрунту є ключовими в екосистемних процесах завдяки своїй ролі в прискоренні кількох реакцій у ґрунтах. Рослини Bt, стійкі до комах, містять білки Cry з ґрунтової бактерії *Bacillus thuringiensis* у всіх частинах рослини, що було поставлено під сумнів щодо зміни мікробної динаміки, біорізноманіття та основних функцій екосистеми в ґрунті. Дослідники з Університету Нью-Йорка провели мета-аналіз, щоб визначити долю та наслідки посівів Bt в ґрунтових екосистемах і виявили, що коефіцієнт реакції ґрунтових ферментів, що беруть участь у кругообігу азоту, як правило, збільшується, а тих, хто бере участь у циклічному обміні фосфором, часто зменшується. Вони також зазначили, що реакція ферментативної активності, як правило, була сильнішою при вирощуванні врожаю із залишками Bt, ніж у тих, що не мають залишків Bt [Li, Z., J. Cui, Z. Mi, D. Tian, J. Wang, Z. Ma, B. Wang, H. Chen, and S. Niu. Responses to Soil Enzymatic Activities to Transgenic *Bacillus thuringiensis* (Bt) crops – A Global Meta-Analysis. *Science of the Total Environment* 651 (2) 1830-1838, 2018].

Отже, ГМ-культури не становлять значного ризику для ґрунту. Інші екологічні фактори, такі як зміна погоди, як правило, більше сприяють різниці в показниках стану ґрунту. Натомість ГМ-культури допомагають підтримувати сільськогосподарські ґрунти здоровими та продуктивними, сприяючи збереженню обробки ґрунту. З урахуванням цих досягнень, в найближчому майбутньому буде розроблено більше ГМ-культур, призначених для збереження сільського господарства, щоб зберегти ґрунт здоровим та їжу безпечною.

Кравець О.М., Стефановська Т.Р.

**СУЧАСНИЙ СТАН ПОШИРЕННЯ ЗАХІДНОГО КУКУРУДЗЯНОГО ЖУКА
(*DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA LE CONTE*) ТА ПЕРСПЕКТИВИ РЕГУЛЯЦІЇ ЙОГО
ШКОДОЧИННОСТІ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ**

Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

e-mail: entomologia@ukr.net

Розглянуто вплив факторів на динаміку розповсюдження західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera virgifera Le Conte*) в Україні та сучасний стан його поширення у Вінницькій області. Висвітлено питання розробки дієвої системи захисту посівів кукурудзи, що вирощується у монокультурі, від західного кукурудзяного жука.

Надзвичайно небезпечним карантинним шкідником для кукурудзи, який стрімко заселив значну територію західної України і становить суттєву небезпеку сільському господарству України є західний кукурудзяний жук – *Diabrotica virgifera virgifera Le Conte* (ЗКЖ). В нашій країні шкідник має статус «обмежено поширеного» карантинного організму, що потрапив із Європи, а у Європу, із його первинного ареалу – території США. Саме у Сполучених Штатах Америки даний шкідник входить в трійку найнебезпечніших шкідників кукурудзи разом з бавовняною совкою і кукурудзяним стебловим метеликом (Lombaert, E., Ciosi, M., Miller, N. J., Sappington, T. W., Blin, A., & Guillemaud, T., 2018). У Європі шкідник був вперше виявлений у 1992 році у Сербії (Васа, F., 1994)

В Україну ЗКЖ проник вперше у 2001 році (Мовчан О.М. 2002). Спочатку він був виявлений у Закарпатській області (Супіханов Б.М., Шевченко В.І., 2004) у 2005 – на Львівщині, у 2007 - на Івано-Франківщині, а в 2008 році – і в Тернопільській області. Нині, західний кукурудзяний жук присутній у 15 областях України на загальній площі 108,14 тис. га, з яких у 12 областях був запроваджений карантинний режим на площі 10 000 га лише впродовж 2019 року.

Процес розповсюдження *Diabrotica virgifera virgifera Le Conte* є результатом дії комплексу різних факторів, як природного, так і антропогенного характеру. Природний шлях поширення – це активні перельоти імаго в пошуках кормових рослин, що є етіологічною особливістю шкідника.

Антропогенним шляхом ЗКЖ може поширюватися з різними видами транспорту, з ґрунтом, зеленою масою та молодими початками кукурудзи. Поширення яєць ЗКЖ може відбуватися з водними потоками. Слід відмітити, що з насінням кукурудзи даний листоїд не переноситься, оскільки імаго жука стиглим насінням не живиться.

Одним із головних чинників, що сприяє інвазії західного кукурудзяного жука та його подальшому розповсюдженню, є наявність придатної для його розвитку рослини-господаря – кукурудзи.

Швидкому поширенню шкідника сприяє багаторічне висівання кукурудзи на одних і тих самих полях. При відсутності сівозміни шкодочинність його особливо висока (Мовчан О.М., Устінов І.Д., Константинова Н.А., 2002).

Темпи подальшого поширення і адаптації ЗКЖ в Україні залежатимуть також і від метеоумов даної кліматичної зони.

В США фітофаг поширений, в основному, в тих штатах, де середньорічні температури становлять від 6,8 °С до 13 °С (Riedell, W. E., & Sutter, G. R., 1995).

Оскільки у центральному Лісостепу України середньорічна температура сягає близько 8 °С, а діапазон середньомісячних температур липня-серпня, тобто в період масового льоту імаго західного кукурудзяного жука, коливається в межах 18,9-18,3 °С, складаються сприятливі умови для розширення ареалу шкідника в даній зоні.

У центральному Лісостепу України більшість господарств вирощує кукурудзу в умовах монокультури, що забезпечує західного кукурудзяного жука постійною кормовою базою та призводить до значного його розповсюдження і шкодочинності у даній зоні, зокрема, у Вінницькій області. Уперше шкідник був виявлений у Могилеві-Подільському у 2008 році.

Так, у 2019 році було запроваджено карантинний режим по західному кукурудзяному жуку у шести районах Вінницької області.

Тому, надзвичайно важливим є розробити ефективну систему моніторингу та систему заходів регуляції чисельності із урахуванням метеорологічних умов, напрямку та особливостей господарств та постійних змін фітосанітарної ситуації внаслідок впливу змін клімату.

У 2020 році ми розпочали дослідження популяції ЗКЖ на полі одного з господарств у Погребищенському районі, Вінницької області, де виявлено значні осередки даного шкідника. Аналіз кліматичних умов та структури господарства, а також вирощування кукурудзи у монокультурі свідчить про ризики поширення шкідника та його негативного впливу на врожай культури.

Заходи регуляції чисельності ЗКЖ включатимуть агротехнічні прийоми, протруєння зерна та обробку рослин кукурудзи сучасними інсектицидами. Оскільки існуюча система контролю чисельності ЗКЖ, яка базується на хімічному методі захисту не є ефективною та більшість інсектицидів вже заборонені у ЄС, ми плануємо дослідити вплив біологічного методу контролю даного шкідника у посівах кукурудзи.

Ключові слова: карантинний шкідник, західний кукурудзяний жук, поширення шкідника, вірогідність адаптації, регуляція чисельності, біологічний метод контролю.

Література

1. *Vaca, F.* (1994). New member of the harmful entomofauna of Yugoslavia, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera, Chrysomelidae). *Zastita Bilja* 45, 125-131.
2. *Lombaert, E., Ciosi, M., Miller, N. J., Sappington, T. W., Blin, A., & Guillemaud, T.* (2018). Colonization history of the western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera*) in North America: insights from random forest ABC using microsatellite data. *Biological invasions*, 20(3), 665-677
3. *Riedell, W. E., & Sutter, G. R.* (1995). Soil moisture and survival of western corn rootworm larvae in field plots. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 80-84.
4. *Мовчан О.М.* Карантинні шкідливі організми. Частина 1. Карантинні шкідники.- Київ: Світ, 2002.- 288с.
5. *Мовчан О.М., Устінов І.Д., Константінова Н.А.* / Західний кукурудзяний жук //Захист рослин, 2002.-№2.-С.23-27.
6. *Супіханов Б.М., Шевченко В.І.* Карантинні шкідники та хвороби. - Козацький вал, 2004.- 183

Лисенко Т.М., Дідик Н.П., Безсмертна О.О.

СКРИНІНГ ЕФЕКТИВНОСТІ КРЕМНІЄВМІСНИХ МІНЕРАЛІВ ТА АЛЕЛОПАТИЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ДО ДІЇ ТОКСИЧНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ІОНІВ ВОДНЮ У СЕРЕДОВИЩІ.

ННЦ «Інститут біології та медицини»

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна

e-mail: taniyalysenko@ukr.net

Проблеми зростання ризиків втрати більшості с/г культур в наслідок кліматичних змін стають дедалі актуальнішими на сьогоднішній день. Технології традиційного землеробства не в змозі компенсувати втрати від абіотичних стресів. Тож антистресові технології починають набувати дедалі більшу роль. У цьому плані найбільш перспективними є природні речовини з високим адаптаційним потенціалом такі, як біологічно активний кремній. Застосування природних кремнієвмісних мінералів як добрив розпочалося на початку 1950-х років і поширилося в багатьох країнах світу [Guntzer et al., 2012]. Кремнієві добрива в ґрунті оптимізують фосфорне живлення, здійснюють позитивний стимулюючий вплив на розвиток кореневої системи рослин, швидкість їх росту, продуктивність та стресостійкість [Кудинова, 1975; Матиченков, 2001; Ма, 2002]

Проблема ж хімічної взаємодії рослин тобто алелопатії охоплює такі питання як: синтез та нагромадження фізіологічно активних речовин, їх виділення, рух, перетворення в середовищі, а також вплив на сусідні рослини. [Mitani, 2005.]. В умовах спільного використання життєвих ресурсів такий вид взаємодії рослин в угрупованнях є рушійною силою еволюції видів, пристосованістю одних видів до інших чи навпаки [Райс, 1978; Одум, 1986]. У відповідь на вплив алелопатично активних речовин спостерігаються прояви значного за своїм різноманіттям спектру симптомів на різних рівнях організації рослин – від молекулярного та субклітинного до організм енного. Саме через зазначені вище фактори наше дослідження є актуальним. Тому його метою було дослідити вплив різних алелопатично активних речовин та кремнієвмісних мінералів.

Дослідження виконувалися на базі відділу алелопатії Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка Національної академії наук України. У дослідженні було використано тестові рослинні об'єкти пшениці м'якої озимої сорт «Смуглянка» (*Triticum aestivum* L.). насіння якої рівномірно розташовували в чашках Петрі, з додаванням однієї з речовин в концентрації 0,5% від об'єму розчину. Кислотність розчинів для пророщування тест-рослин визначали і контролювали за допомогою приладу HI 2211 pH/ORP Meter. Дистильовану воду підкислювали сірчаною кислотою до рівня pH=2. Застосовано два контрольні варіанти: (I) стерилізована водопровідна вода з pH 7 та (II) стерилізована водопровідна вода підкислена сірчаною кислотою до pH2 відповідно. Пророщування насіння пшениці проводили на фільтрувальному папері в чашках Петрі діаметром 10 см. Загалом було використано наступні діючі речовини: (CaSiO₃; Анальцим; Трепел; Na₂SiO₃; K₂SiO₃; Діатоміт; Кверцетин; Гесперидин; Морін; Аспарагінова кислота; γ-аміномасляна кислота).

Всього було використано 11 речовин (5 алелопатично активних і 6 кремнієвмісних мінералів.). Насіння пророщували у термостаті за температури 26°C. Тривалість дослідження складала 4 доби. Життєвий стан проростків визначали за морфометричними показниками росту та розвитку (довжина колеоптилів та коренів, кількість коренів).

Аналіз результатів скринінгових досліджень дозволив нам виявити три речовини, які найефективніше захищали проростки пшениці від токсичної концентрації іонів водню у середовищі.

Вцілому можна зазначити що кремнієвмісні мінерали більш ефективно компенсували дію закислення середовища ніж алелопатично активні речовини.

Відповідно до результатів скринінгових досліджень, речовинами які найефективніше захищали проростки пшениці від токсичної концентрації іонів водню у середовищі серед

кремнієвмісних мінералів були: анальцим, кальцій силікат (CaSiO_3), та калій силікат (K_2SiO_3).

Серед алелопатично активних речовин найефективнішою виявилася γ -аміномасляна кислота.

Чайка М.О., Дашенко А.В.

ЯКОН (*POLYMNIA SONCHIFOLIA*), ЗБЕРІГАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

e-mail: chayka.maryna98@gmail.com

Якон (*Smallanthus sonchifolia* (Poepp. et Endl.) H. Robinson) - багаторічна трав'яниста рослина з родини Asteraceae. Основний ареал поширення якону - середні широти Південної Америки. На сьогодні якон інтродуковано в США, Новій Зеландії, Південній Європі, Ірані, Японії, Молдові, Узбекистані (А.В. Дашенко, В.В. Новожилов, 2016). У Новій Зеландії культура настільки поширена, що садівники пропонують його для розведення в садах та на городах з комерційною метою. Кореневі бульби навіть упаковують і продають в магазинах.

За даними літературних джерел, підкреслюється, що якон культивувався з давніх часів на північному заході сучасної Аргентини в період між 1-1000 роками нашої ери. Свідченнями того археологічні коренеплоди, які зараз зберігаються в музеї де Ла Плата в Аргентині. Також коренеплоди якона знайшли відображення в ранньому Перуанському мистецтві. Вони зображувалися на прикрасах та вазах (Тюкавин, Г.Б., 2001).

Якон є цінною як харчовою так і лікарською рослиною. Дану рослину вирощують задля солодких коренів, що містять у своєму складі комплекс полісахаридів-олігофруктанів. Кореневі бульби якону накопичують фруктозу, інулін, фруктани, багато калію, фосфору. Основна маса поживних речовин накопичується саме в м'ясистих кореневих бульбах, які можна вживати в сирому, смаженому, тушкованому і сушеному вигляді. Суха маса кореневих бульб якону складається з 60-70% інуліну, у сухій речовині неочищених коренеплодів також містяться: зола -3,4%, клітковини-4,1%, жиру-1,0%, протеїну-3,1%, кальцію-0,1%, фосфору-0,1%(Тюкавин, Г.Б., 2001).

Коренеплоди якона є цінним низькокалорійним харчовим продуктом. Їх доцільно вживати при ожирінні, порушеному обміні речовин та людям з цукровим діабетом. Коренеплоди мають гліпоглікемічну дію, що призводить до зниження рівня цукру в крові та анти атеросклеротичну дію. Не зважаючи на меншу концентрацію поліфруктанів порівняно з бульбами, рядом авторів було показано, що до зниження рівня цукру в крові також призводить застосування екстрактів з листків (Л. Т. Міщенко, А. А. Дуніч, А.В. Дашенко 2012).

Вуглеводи, які наявні в кореневих бульбах, не викликають карієс зубів, покращують роботу кишечника та підсилюють його моторику (Багаутдинова, Р.И., 1999). Кореневоплоди якону сприяють розвитку біфідобактерій і *Bacillus subtilis* в ободовій кишці, вони сприяють усунення зростання мікроорганізмів, які викликають гниття. Бульби якону також є профілактичним засобом, що перешкоджає розвитку ракових пухлин (Л. Т. Міщенко, А. А. Дуніч, 2012). Білок коренеплодів даної рослини за вмістом незамінних амінокислот значно перевищує протеїн зерна пшениці, кукурудзи і сої, тому рослина є перспективною як складова корму для тварин та біоенергетична культура.

Якон є додатковим джерелом фруктози в раціоні харчуванні. В його кореневих бульбах накопичуються вуглеводи у формі крохмалю, який є полімером глюкози, і в формі інуліну-полімеру фруктози. Вміст фруктози в порошок коренеплодів якону в 7,5 рази вище, ніж в самих коренеплодах. Це пов'язано з гідролізом слабкого поліфруктозидного зв'язку в молекулі інуліну під дією ферменту інулази в початковий період сушіння (Корнеева, О.С., 2001).

При збиранні коренеплоди якону не мають вираженого смаку, їх витримують на сонці декілька днів, щоб вони стали соковитішими та солодкими. Задля надання якону смаку свіжої дині або груші, коренеплоди витримують на сонці доки шкірка не почне зморщуватися

Для тривалого зберігання здорові, неушкоджені кореневі бульби складають у ящики та пересипають попередньо проавтоклавованим річковим піском. Зберігають при температурі +4°C, час від часу оглядаючи та відбираючи зіпсовані бульби. Також якон можна зберігати поліетиленових пакетах у холодильнику, періодично оглядаючи га зіпсовані.

Якон вживають в їжу на досить великій території від Перу до північно-західної Аргентини, особливо під час фестивалю «Corpus Christi». . В Андах кореневі бульби якону перетирають і віджимають через марлю для отримання освіжаючого соку. Також сік згущують і отримують темно-коричневі шматочки цукру. Оскільки, шкірка бульб не смачна, її перед вживанням очищають. В Еквадорі коренеплоди вживають в їжу під час фестивалів «Todos los Santo» та підчас проведення «Днів мертвих». В Болівії якон вживають люди з цукровим діабетом та особи, які мають проблеми з травленням. У Бразилії сушене листя якона використовують для приготування чаю. В Японії сушені листя якону змішують з листям звичайного чаю та заварюють ароматний чай (Geyer, M.; Manrique, I.; Degen, L.; Beglinger, C., 2008). Фермери Бразилії та Японії виробляють низку оброблених продуктів з якону, наприклад, нарізані та на повітрі висушені бульби, нерафінований сироп з якону, який має консистенцію меду і може продаватися як дієтичний підсолоджувач, сік без додавання підсолоджувачів, синтетичних барвників та консервантів, лише із невеликими добавками вітаміну С. Якон не рекомендують вживати людям з індивідуальною непереносимістю. При вживанні у великих кількостях, спостерігають біль у животі, здуття, метеоризм та діарею (Grau A., Rea J., 1997).

Отже, якон є важливою рослинною в харчовій та лікарській промисловості. Це багаторічна трав'яниста рослина з Південної Америки в своїх коренеплодах містить велику кількість полісахаридів та інуліну. Полісахариди легко засвоюються організмом людини. Інулін застосовують в якості замітника сахарози, для харчування хворих на цукровий діабет. Коренеплоди та зелена маса (екстракти з листя) якона здатні знижувати рівень цукру в крові, це означає, що в лікувальних цілях можна використовувати підземну та надземну частини рослини.

СЕКЦІЯ 8

ХАРЧОВА БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ АПК

УДК 606:637.146.34

Руденко Т.О., Лісовий М.М.

ВЗАЄМОДІЯ МОЛОЧНОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ У ВИРОБНИЦТВІ ЙОГУРТІВ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

e-mail: taisarudenko8@gmail.com

Вступ. Молоко – добре поживне середовище для розвитку більшості мікроорганізмів, тому що воно містить воду й багато поживних речовин, а також має сприятливу для бактерій активну кислотність. При виробництві кисломолочних продуктів і визріванні сирів основну роль відіграють процеси бродіння, які проводять молочнокислі, пропіоновокислі, оцтовокислі бактерії, дріжджі, бактерії групи кишкових паличок та інші мікроорганізми. Крім того, при визріванні сирів та деяких молочних продуктів іде процес розщеплення білків під дією ферментів молочнокислих бактерій. Усі мікроорганізми, які зустрічаються у молоці та молочних продуктах впливають на формування якості продукції, які можна поділити на три групи: технічно важлива мікрофлора; патогенна; санітарно-показова.

Матеріали та методи дослідження. Для видалення чистих культур молочнокислих бактерій і для вивчення їх культуральних властивостей використовують агар із гідролізованим молоком

Технічно важливою мікрофлорою являються молочнокислі бактерії. Це специфічна група мікроорганізмів, яка обумовлюють молочнокисле бродіння, тобто розпад вуглеводів до молочної кислоти. Залежно від шляху, яким бактерії ведуть процес бродіння (гліколітичний або пентозофосфатний), утворюється різна кількість молочної кислоти, а мікроорганізми розподіляються на гомо- та гетероферментативні. Поруч з основним продуктом метаболізму молочнокислі бактерії можуть утворювати й побічні: етанол, оцтова кислота, CO₂, ароматичні речовини. Для отримання стерильного знежиреного молока його розливають у пробірки (1/3 частини їх ємкості), а потім стерилізують при 121°C 10 хв. Молоко повинно мати рН 6,6-6,8.

Результати і обговорення. Лактококи ростуть на середовищах із низьким значенням рН – від 5,5 до 8,8, деякі при рН 2,9-3,2. Характерними властивостями молочнокислих стрептококів і паличок є висока спиртостійкість. Вони можуть розвиватися на поживних середовищах, які містять 15-18% етилового спирту. Біохімічні властивості лактококів вивчають за енергією кислотоутворення, граничною кислотністю, здатністю ферментувати солі лимонної кислоти, за якістю згустку, можливою протеолітичною активністю бактерій.

При виробництві кисломолочних продуктів і визріванні сирів основну роль відіграють процеси бродіння, які проводять молочнокислі, пропіоновокислі, оцтовокислі бактерії, дріжджі, бактерії групи кишкових паличок та інші мікроорганізми. Розпад білків може відбуватися під дією протеолітичних ферментів сторонньої мікрофлори - мікрококів, дріжджів, гнильних плісняв та ін., що призводить до псування продукту.

Висновок. Усі мікроорганізми, які зустрічаються у молоці та молочних продуктах і впливають на формування якості продукції.

Молочнокислі бактерії – це основна мікрофлора, яка використовується при виробництві молочних продуктів.

Молочнокислі паличкоподібні бактерії, що відносяться до роду *Lactobacillus*.

Корнієнко І.М.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОВОЧЕВОГО ПЮРЕ У ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ ПРАКТИЦІ

*Національний авіаційний університет
проспект Любомира Гузара, 1, Київ, 02000, Україна
E-mail: irina.kornienko.1979@gmail.com*

Стабільний технологічний процес отримання високоякісних хлібобулочних виробів є неможливий без цілеспрямованого використання мікроінгредієнтів – харчових домішок, отриманих із різних видів рослинної сировини. Вони мають широкий спектр функціональних властивостей, володіють можливістю здійснювати вплив на компоненти сировини або модифікувати напівфабрикати, надавати певні властивості готовим виробам, зменшувати негативний вплив домішок хімічного походження, підвищувати харчову цінність готових виробів (О.В.Афанасьева, 2003). Сучасні натуральні, харчові домішки дозволяють не тільки вирішувати технологічні питання, але і збільшити прибутковість виробництва (С.Я.Корячкина, 2002). Сучасне хлібопечення - динамічно розвинута галузь, функціонування якої пов'язано із вирішенням наступних задач (В.І. Дробот, 2002):

- збільшення строків зберігання хліба, біобезпека готових виробів;
- розробка продукції, яка відповідає вимогам споживачів, котрі дотримуються правил здорового харчування;
- створення нових рецептур та виробів, які відповідають сучасним науковим положенням про харчування дітей та людей похилого віку, хворих на цукровий діабет;
- удосконалення існуючих технологій та розробка інноваційних;
- впровадження прогресивних ресурсозберігаючих технологій виробництва хлібобулочних виробів.

Використання мікронутрієнтів різноманітної природи та принципу дії призводить до їх фізіологічного впливу на здоров'я людини, що в повній мірі регламентується з встановленими гігієнічними нормами оцінки якості та безпеки харчових продуктів. Харчові домішки та поліпшувачі якості допустимо вводити тільки у тому випадку, якщо вони не загрожують здоров'ю людини. Під час розробки технології враховують фактор технологічної доцільності та необхідності використання даних інгредієнтів (Е.В.Жиркова, 2008).

Враховуючи актуальність питання, задля розширення асортименту функціонального хліба, запропоновано апробацію рецептури із додаванням овочевих домішок.

Метою дослідницької роботи є вивчення впливу бурякового, морквяного та картопляного пюре на реологічні властивості тіста та органолептичні показники функціонального хліба, виготовленого на заквасці з високим титром молочнокислих бактерій.

Біотехнологія приготування бездріжджового тіста (на основі закваски з використанням чистих культур молочнокислих бактерій) складалася з декілька етапів: оновлення закваски; заміс тіста на основі густої закваски та поживної борошняної суміші; ферментація (дозрівання) тіста при температурі 28-30 °С.

Задля інтенсифікації бродильних процесів дозрівання тіста, на стадії приготування опари вносили додаткові субстрати, які є джерелом корисних вуглеводів та цукрів для бродильної мікрофлори - морквяне, бурякове та картопляне пюре у кількості 2, 5, 7,5, 10 та 12,5 % - відносно внесеної маси борошна.

Процес дозрівання тіста контролювали шляхом виміру титрованої кислотності тіста протягом часу виброджування, який тривав 2,5 години. Також, досліджувалися реологічні властивості тіста - питомий об'єм, формостійкість. Під час проведення експерименту контролювали газотримувальну здатність тіста та його набухаємість в залежності від вмісту

доданих овочевих компонентів. Готові вироби було оцінено за органолептичними показниками – форма, зовнішній вигляд, стан поверхні, кольор, стан м'якучки, смак та запах.

За результатами досліджень встановлено, що внесення овочевих домішок покращує реологію тіста, а також, інтенсифікує процес кислотонакопичення протягом бродіння. Контрольний зразок (без додавання овочевого пюре) має кислотність 6,9 градуси, а кислотність з використаними видами пюре знаходиться в діапазоні 7,8-8,0 градуси. Інтенсивність кислотонакопичення наростає внаслідок активації бродильної мікрофлори за рахунок внесення разом із овочевим пюре органічних кислот, мікро - макро елементів та амінокислот, які є стимуляторами росту біомаси.

Результати досліджень свідчать, що в присутності бурякового, морквяного та картопляного пюре підвищується набухаємість борошняної суміші на 12- 15% порівняно із контрольним зразком. Збільшення ступеню набухаємість борошняної суміші сприяє збільшенню питомого об'єму хліба. Це явище пояснюється тим, що завдяки додаванню овочевих домішок, краще зберігаються крохмальні зерна в процесі термічної обробки, не відбувається швидкий процес клейстеризації крохмалю, внаслідок чого утримується волога та форма виробів під час випікання. Таким чином, експериментально встановлено, що при додаванні овочевого пюре із буряку, моркви та картоплі у кількості 7,5 -12,5 % відносно внесеної маси борошняної суміші - відмічаються найкращі показники набухаємість борошна.

Аналізуючи отримані результати досліджень встановлено, що додавання овочевого пюре збільшує питомий об'єм виробів у порівнянні із контрольними зразками, особливо бурякове (5,1 %) та морквяне (4,8 %). При додаванні картопляного пюре питомий об'єм збільшено на 4% у порівняння із контролем.

Відомо, що процес дозрівання тіста впливає на якість готових виробів. Тому, необхідною умовою є вивчення ролі овочевого пюре на швидкість його дозрівання задля встановлення оптимального часу ферментації. Найбільш вірогідним показником, окрім показника титрованої кислотності тіста, є визначення інтенсивності газоутворення за вмістом виділеного вуглекислого газу. Завдяки збільшенню титру молочнокислих бактерій, які в результаті бродіння виділяють вуглекислий газ, відмічено збільшення газоутворювальної здатності тіста на 25 -30 % завдяки додаванню овочевого пюре із буряку, моркви та картоплі.

Узагальнюючи результати досліджень встановлено, що при додаванні овочевого пюре покращуються органолептичні показники якості готових виробів, які відрізнялися від контрольних зразків більш рівномірною тонкостінною пористістю, ніжним та еластичним м'якучем, більш вираженим смаком та кольором. На картопляному пюре готові вироби мали однаковий колір з контрольним зразком, а на буряковому та морквяному пюре з більш жовтуватим та рожевим відмінком. Кольори більш виражені в готових виробах при використанні пшеничного борошна першого та вищого ґатунку.

Попередній автоліз овочевої суміші разом із борошном та маслом рижію призводять до прискорення процесу ферментації внаслідок структурно-механічних змін, що відбуваються на етапі контактування борошняної суміші із овочевим пюре та водою у бік зміцнення клейковини. При додаванні будь якого овочевого пюре, навіть при великих концентраціях – 12,5 % - відбувається збільшення газоутворювальної здатності тіста внаслідок введення додаткових субстратів, що легко гідролізуються - фруктоза, сахароза, але в даному випадку при виборі оптимальної концентрації овочевого пюре слід звертати увагу на показники формостійкості та питомого об'єму готових виробів, а також кислотності тіста, враховуючи органолептичні показники.

Оцінювання досліджених зразків хліба виконували згідно ДСТУ –П-4588-2006 «Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного споживання». Усі зразки хліба із додаванням овочевого пюре (бурякового, морквяного та картопляного) відповідають вимогам даного стандарту.

Беручи до уваги екологічний стан навколишнього середовища та зниження кількості корисних компонентів в природних харчових продуктах - необхідним є збагачення продуктів харчування важливим вітамінами та мікронутрієнтами згідно рекомендацій ВОЗ.

Кроха Т.В., Лісовий М.М.

**БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗМНОЖЕННЯ МОЛОЧНО КИСЛИХ БАКТЕРІЙ В
ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ СИЧУЖНОГО СИРУ**

Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

e-mail: tanyakrokha9@gmail.com

Молочнокислі бактерії - гетерогенна група бактерій, яка відіграє значну роль у різноманітних процесах бродіння. Вони ферментують харчові вуглеводи і виробляють молочну кислоту як основний продукт бродіння. Крім того, деградація білків та ліпідів та вироблення різних спиртів, альдегідів, кислот, складних ефірів та сполук сірки сприяють розвитку специфічного смаку в різних ферментованих харчових продуктах.

Основним застосуванням молочнокислих бактерій є початкові культури з величезною різноманітністю ферментованих молочних продуктів (тобто сирів, йогуртів, кисломолочного молока). Крім того, вони сприяють аромату, текстурі та харчовій цінності ферментованих продуктів, і тому їх використовують як допоміжні культури. Приклади - прискорення визрівання сиру, покращення текстури йогурту з виробництвом екзополісахаридів . Виробництво бактеріоцинів та протигрибкових сполук призвело до застосування біозахисних культур у певних продуктах харчування. Більше того, добре задокументовані властивості зміцнення здоров'я , деяких молочнокислих бактерій призвели до додавання вибраних штамів у поєднанні з біфідобактеріями як пробіотичних культур із різним застосуванням у харчовій промисловості.

Один з найдавніших способів, заснованих на ферментації молока – сироваріння. При виробництві сиру зберігається живильна цінність молока. Відомі найрізноманітніші сири – від дуже м'яких до твердих. Різниця між ними визначається тим, що всі натуральні м'які сири містять багато води (50-60%), а тверді – усього лише 13-34%. Хоча властивості сирів різноманітні, у процесі виробництва всіх їх є багато загального. Перший етап – це підготовка культури молочнокислих бактерій і засів нею молока. Потім молоко створюють, для чого звичайно застосовують фермент ренін. Після відділення водянистої рідини (сироватки) отриману сирну масу піддають термообробці й пресують у формах. Далі згусток солять і ставлять на дозрівання.

Список використаних джерел:

- 1.К.К. Горбатова „Біохімія молока і молочних продуктів” К.К. Горбатова - М. „Космос ” 1997 г. стр.96-105. 11.
- 2.П.В. Кугенев „Молоко и молочные продукты”/ П.В. Кугенев, Москва «Россельхозиздат, «1981г. 15.
3. В.М. Никоненко „Обладнання та технологія молочного виробництва ”/В.М. Никоненко, Київ „Урожай ”,1995 р.
4. В.В. Власенко, М.І. Машкін /В.В.Власенко «Технологія виробництва і переробки молока та молочних продуктів» Вінниця, ГПАНІС 2000р
5. ГОСТ 9225-84 "Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа"
6. . Е.А. Богданова и др.Технология цельномолочной продукции и молочно-белковых концентратов./ Е.А. Богданова, Справочник 1989г. 311с.

FOR NOTES
