

**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА**

**САХНО ТАМАРА ВОЛОДИМИРІВНА**

**УДК 581.1:633.854.78: 632.9**

**МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СТІЙКОСТІ ЛІНІЙ І ГІБРИДІВ  
СОНЯШНИКА ДО ВОВЧКА (*OROVANCHE CUMANA WALLR.*)**

**03.00.12 – фізіологія рослин**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**дисертації на здобуття наукового ступеня**  
**кандидата сільськогосподарських наук**

**Умань – 2017**

## Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України.

**Науковий керівник:** доктор сільськогосподарських наук, професор,  
член-кореспондент НААН  
**Петренкова Віра Павлівна,**  
Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН,  
керівник відділу теоретичних досліджень в рослинництві та  
генетичних ресурсів рослин.

**Офіційні опоненти:** доктор біологічних наук, професор, академік АН ВШ  
України  
**Терек Ольга Іштванівна,** Львівський національний  
університет ім. Івана Франка, завідувач кафедри фізіології та  
екології рослин;

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
**Приплавко Світлана Олександрівна,** Ніжинський  
державний університет ім. Миколи Гоголя, доцент кафедри  
біології.

Захист відбудеться «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 року \_\_\_\_\_ годині на  
засіданні спеціалізованої вченої ради К 74.844.02 в Уманському національному  
університеті садівництва Міністерства освіти і науки України за адресою:  
аудиторія 178, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Уманського національного  
університету садівництва за адресою: вул. Інститутська 1, м. Умань, Черкаська  
обл., 20305.

Автореферат розіслано «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 року

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради



Р. М. Притуляк

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Нині з'ясовано вагомі аспекти морфобіологічних особливостей *Orobanche cuman* Wallr., який паразитує на соняшнику (Антонова и др., 2009, 2010). Зокрема ідентифіковано гени стійкості до вовчка, розроблено молекулярно-генетичні методи їх маркування (Molinero-Ruiz, 2005; Atanasova et al., 2005; Солоденко и др., 2005; Саналатий и др., 2006; Конарев, 2007; Imerovski, 2011; Гучетль и др., 2011; Гучетль и др., 2012). Все це забезпечує подальше вдосконалення існуючих і розробку нових методів селекції соняшника на стійкість до вовчка. Разом з тим, до теперішнього часу залишаються недостатньо дослідженими фізіолого-біохімічні процеси, які відбуваються на початкових етапах ураження рослин соняшника вовчком та обумовлюють його стійкість до паразита. Однак такі дані представляють цінність для поглиблення існуючих уявлень про біологічну природу стійкості рослин до паразита та для розробки методів її визначення.

У літературі є лише окремі повідомлення щодо зв'язку активності оксидоредуктаз та інтенсивності синтезу сполук фенольної природи за ураження соняшника патогенними грибами (Авраменко, 1973; Зайчук та ін., 1986; Luňová, 2003; Hernandez et al., 2006; Vuze-Dragomir, 2010) та вовчком (Панченко, 1975).

Традиційно для виявлення стійких до вовчка генотипів соняшника їх тестують методом штучного зараження з подальшим підрахунком кількості бульбочок паразита на коренях уражених рослин. Цей метод оцінювання є ефективним, але він потребує тривалого періоду для проникнення гаусторіїв вовчка в клітини рослини-господаря та подальшого формування бульбочок, за якими можна вести облік окомірно (Панченко, 1974).

Виходячи зі встановленого захисного значення оксидоредуктаз (Bindschedler, Minibayeva, Gardner et al., 2001; Глянько, 2009) та сполук фенольної природи (Войцехівська, 2015) за біотичного стресу рослин, припускаємо, що за характером змін у біосинтезі фенольних сполук та активності оксидаз за ураження вовчком соняшника можна розробити метод визначення його стійкості до паразита. Власне, показники активності каталази та поліфенолоксидази можуть свідчити про потенційну стійкість соняшника до вовчка.

Ураховуючи значний обсяг дослідницьких робіт з розробки методів селекційного оцінювання генотипів соняшника на стійкість до вовчка, виявлено недостатній рівень досліджень щодо визначення впливу паразита на морфометричні та фізіологічні процеси в уражених рослинах, не розроблено нових методів попереднього оцінювання зразків, які б забезпечили виявлення достовірно стійких біотипів соняшника.

Вирішення цих актуальних питань стало підставою для виконання досліджень за темою дисертації.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Наукові дослідження за темою дисертації виконано в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України (ІР НААН) впродовж 2010 – 2016 рр. у відповідності з завданням 23.01.01.13.Ф «Розробка методів добору матеріалу соняшника (*Helianthus annuus* L.) з цінними господарськими ознаками, включаючи стійкість до вовчка (*Orobanche cuman* Wallr.) з використанням сучасних методів досліджень» (№ ДР

0111U003386) згідно НТП «Поліпшення генотипів рослин з використання досягнень сучасної біотехнології (Сільськогосподарська біотехнологія) 2011 – 2015 рр.».

**Мета та завдання досліджень.** Метою роботи було визначення особливостей морфогенезу та активності оксидаз і вмісту фенольних сполук у різних генотипів соняшника за ураження вовчком (*Orobanchе сumana* Wallr.) та розробка методу попереднього біохімічного оцінювання його стійкості до паразита.

Для досягнення мети передбачалось вирішити такі завдання:

- визначити стійкість зразків соняшника до вовчка традиційними методами;
- охарактеризувати вплив ураження вовчком на морфологічні процеси зразків соняшника;
- з'ясувати залежність між рівнем стійкості до вовчка та вмістом фенольних сполук у рослинах соняшника;
- визначити особливості впливу зараження вовчком зразків соняшника на активність оксидаз у зв'язку із рівнем їх стійкості;
- розробити методику біохімічного оцінювання рослин соняшника за стійкістю до вовчка;
- розробити живильні середовища для культивування *in vitro* та з'ясувати можливість їх використання для створення стійкого до вовчка матеріалу соняшника.

*Предмет дослідження:* морфофізіологічні особливості різних за стійкістю до вовчка генотипів соняшника, розробка біохімічного методу оцінювання на стійкість до паразита генотипів соняшника.

*Об'єкт дослідження:* стійкість генотипів соняшника до *Orobanchе сumana* Wallr., методичні підходи до виявлення стійких біотипів.

*Методи дослідження:* вегетаційний – для визначення стійкості зразків соняшника до вовчка за підрахунком бульбочок на уражених рослинах, морфологічні аналізи – для визначення висоти рослин та ін., біохімічні – для визначення рівня фенольних сполук, активності оксидаз, біотехнологічні – для визначення можливості використання культури *in vitro* для створення стійкого матеріалу соняшника, статистичні – для визначення достовірності одержаних результатів.

**Наукова новизна роботи.** Наукова новизна досліджень характеризується вирішенням нового наукового завдання з визначення особливостей морфофізіологічних показників генотипів соняшника за ураження вовчком, розробки біохімічного методу попереднього оцінювання зразків соняшника на стійкість до вовчка та визначення на його основі генотипів з високим рівнем стійкості до паразита, цінних для селекції культури.

Вперше в умовах України розроблено методику біохімічної оцінки стійкості зразків соняшника до вовчка та проведено її порівняння з існуючими методиками, що забезпечило ефективність у доборі стійких біотипів.

Визначено реакцію генотипів соняшника на зараження вовчком, яка характеризувалась різним рівнем морфофізіологічних показників, фенольних сполук та активністю оксидаз у листках і коренях рослин.

Розроблено модифіковані живильні середовища для культивування соняшника *in vitro*, використання яких підвищує частку андрогенезу і сприяє збільшенню частки морфогенезу соняшника в подальшому.

Набуло подальшого розвитку використання в селекційній програмі Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України методу оцінювання генотипів соняшника на стійкість до вовчка.

**Практична цінність роботи.** Розроблений в результаті досліджень біохімічний метод оцінювання на стійкість до вовчка (Патент № 79519 від 25.04.2013) сприяє прискоренню та здешевленню традиційного методу оцінювання і забезпечує виявлення цінного за стійкістю до вовчка селекційного матеріалу соняшника. Використання білкового компоненту гідролізату казеїну (250 мг/л) у складі модифікованих живильних середовищ для культивування соняшника в умовах *in vitro* підвищує частку андрогенезу на 40 %, що сприяє подальшому морфогенезу.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота виконана автором самостійно і є завершеним науковим дослідженням. Здобувачем самостійно проведено інформаційний пошук, разом з науковим керівником сформульовано мету і завдання, самостійно виконано лабораторні дослідження, здійснено аналіз світової та вітчизняної літератури за темою дисертації, проведено статистичну обробку отриманих даних, узагальнено результати досліджень та підготовлено їх до друку.

В дисертації використано наукові публікації, написані як особисто, так і у співавторстві. В опублікованих роботах, що виконані у співавторстві, частка автора становить від 30 до 70 % і полягає в одержанні експериментальних даних і узагальненні результатів досліджень. Права співавторів не порушено.

**Апробація результатів дисертації.** Результати досліджень оприлюднено та обговорено на засіданнях теоретичної секції вченої ради Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України (2010-2013 рр.), міжнародних наукових конференціях «Сучасна біотехнологія сільськогосподарських рослин та біобезпека (Рослинний геном VI)» (Одеса, 2010 р.), «Екологізація сталого розвитку агросфери і ноосферна перспектива інформаційного суспільства» (Харків, 2010 р.), «Регуляція росту і розвитку рослин: фізіолого-біохімічні і генетичні аспекти» (Харків, 2011 р.), міжнародній конференції молодих вчених та спеціалістів «Инновационные направления исследований в селекции и технологии возделывания масличных культур» (Краснодар, 2011 р.), міжнародних науково-практичних конференціях «Сучасні проблеми біології, екології та хімії» (Запоріжжя, 2012 р.), міжнародних наукових конференціях «Инновационно-инвестиционное развитие растениеводческой отрасли – состояние и перспективы» (Харків, 2012 р.), «Стійкість соняшника до біотичних та абіотичних факторів» (Харків, 2014 р.), VIII та IX міжнародних симпозіумах «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты» (Москва, 2012, 2015 рр.), міжнародній науковій конференції «Инновационные направления развития галузі рослинництва» (Харків, 2016 р.).

**Публікації.** Матеріали дисертаційної роботи висвітлено у 21 науковій праці, з яких десять статей опубліковано у фахових наукових виданнях, в тому числі одна в

закордонному, десять тез доповідей на наукових конференціях, один патент на корисну модель.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота викладена на 167 сторінках загального машинописного тексту (комп'ютерний набір), в тому числі основного тексту – 114 сторінок. Структурно робота містить вступ, шість розділів, висновки, практичні рекомендації, список використаних джерел (224 найменувань, з яких 116 латиницею), додатки. Робота ілюстрована 26 таблицями та 25 рисунками.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ СТІЙКОСТІ СОНЯШНИКА ДО ВОВЧКА (*OROVANCHE SUMANA WALLR.*) ТА МЕТОДИ ЇЇ ВИЗНАЧЕННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)**

Проаналізовано сучасні літературні дані про біологічні особливості вовчка, закономірності стійкості соняшника до нього, методи оцінювання селекційного матеріалу до паразита. З'ясовані основні недосліджені питання щодо фізіолого-біохімічних механізмів взаємодії рослина-паразит та роль захисних реакцій при цьому. На підставі аналізу обґрунтовано актуальність досліджень, сформульовано мету і задачі досліджень, розроблено методичний та методологічний підходи проведення дослідів.

### **УМОВИ, МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ**

Матеріалом досліджень були зразки культурного соняшника селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України, зокрема фертильні чоловічі лінії X 114 В, X 526 В, X 711 В, X 720 В, X 762 В, стерильні материнські лінії Сх 503 А, Сх 1002 А, Сх 1006 А, Сх 1010 А, Сх 1012 А, Сх 2111 А, Сх 4021 А та створені на їх основі гібриди F<sub>1</sub> Кий (Сх 908 А/Х 762 В), Оскіл (Сх 1006 А/Х 720 В), Погляд (Сх 2111 А/Х 711 В), Борей (Сх 503 А/Х 114 В), Світоч (Сх 1006 А/Х 711 В), Сайт (Сх 1012 А/Х 526 В).

Лінії та гібриди соняшника були відібрані на основі даних лабораторії селекції і генетики соняшника та за каталогом гібридів соняшника Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України, за якими всі зразки мають різний рівень стійкості до вовчка. Як стандарт сприйнятливості до вовчка використовували стерильну материнську лінію Сх 908 А, яка не має генів стійкості до вовчка, як стандарт стійкості – гібрид зарубіжної селекції (компанія “Pioneer DuPont”) PR64A71, стійкий до наявних рас вовчка. Для визначення раси вовчка застосовували загальновідомі специфічні диференціатори стійкості, що використовуються в світовій практиці. Це зразки соняшника: не стійка лінія AD 66, сорт Рекорд – стійкий до раси С, лінія LC 1003 – стійка до раси Е, лінія LC 1093 – стійка до раси F та стійкий гібрид PR64A71.

Всі зразки соняшника вирощували в вегетаційних посудинах в умовах фітотрону при температурі + 24 – +28°C та освітленні 4000 люкс, 16-годинному фотоперіоді. Для визначення стійкості зразків традиційним методом створювали штучний інфекційний фон. Для цього насіння соняшника висівали разом із насінням вовчка з розрахунку 1 г на 5 кг ґрунту (Панченко, 1975).

У процесі вегетації рослин соняшника визначали морфометричні показники – висоту рослин, кількість справжніх листків, їх площу за стандартною формулою. Підраховували також кількість бульбочок вовчка, що утворились за період вегетації на 30 добу після зараження рослин вовчком. Для проведення аналізів використовували по 10 рослин кожної лінії чи гібрида у варіантах досліду (Авксентьева та ін., 2013).

Загальний вміст фенолів у рослинних тканинах визначали спектрофотометричним методом на ULAB спектрофотометрі 101 при 760 нм (Priecina L. 2013).

Активність ферментів визначали в листках та коренях 14-добових проростків дослідних рослин соняшника. Аналіз проводили спектрофотометричним методом на фотоколориметрі КФК-2 при 420 нм для вимірювання активності поліфенолоксидази (КФ 1.10.3.1), 470 нм – пероксидази (КФ 1.11.1.7) (Єрмаков, 1987 р.) та 405 нм – каталази (КФ 1.11.1.6) (Luhová et al., 2003).

Для визначення можливості використання культури *in vitro* у подальшій селекції соняшника на стійкість до вовчка використовували метод індукції андрогенезу на модифікованих поживних середовищах Мурасіге-Скуга (Murashige, Skoog, 1962).

Досліди проводили у двох повтореннях, біохімічні аналізи – у 3-4 аналітичних повтореннях. Всього проведено 3-5 серій вегетаційних дослідів. У таблицях і на рисунках наведені середні значення та їх похибки. Статистичний аналіз проведено з використанням дисперсійного методу (Доспехов, 1985) з використанням програми STATISTICA 6,0.

## **РІВЕНЬ СТІЙКОСТІ ТА МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ЗА ВПЛИВУ УРАЖЕННЯ ВОВЧКОМ**

**Рівень ураженості та морфологічні показники зразків-диференціаторів стійкості за ураження вовчком.** Ступінь ураженості зразків-диференціаторів стійкості значно варіював залежно від генотипу. Найбільшу кількість бульбочок паразита на коренях рослин соняшника – 21,3 шт./росл. – відмічали у лінії AD 66, що є не стійкою до усіх наявних рас вовчка. На коренях стійких до рас вовчка С, Е та F зразків Рекорд, LC 1003 та LC 1093 було сформовано бульбочок відповідно від 7,2 до 10,5 шт./росл. У стійкого до сьомої (G) раси вовчка зарубіжного гібрида PR64A71 бульбочок паразита на коренях рослин не відмічали. Це підтверджує той факт, що в Україні наявні високовірулентні 5 (E) та 6 (F) раси вовчка.

Результати досліджень впливу вовчка на морфометричні показники рослин диференціаторів стійкості соняшника (табл. 1) дають підставу стверджувати, що за ураження паразитом ріст та розвиток рослин соняшника суттєво пригнічуються.

Так, за ураження вовчком висота рослин знижувалась у всіх зразків-диференціаторів соняшника. Крім того, у всіх зразків спостерігалась незначна, але стійка тенденція до зменшення кількості листків на рослині. Площа листкової поверхні знижувалась у більшості досліджених зразків на 10-25 % порівняно з контролем. Такі результати свідчать про обмеження ростових процесів рослин соняшника в процесі живлення квіткового паразита.

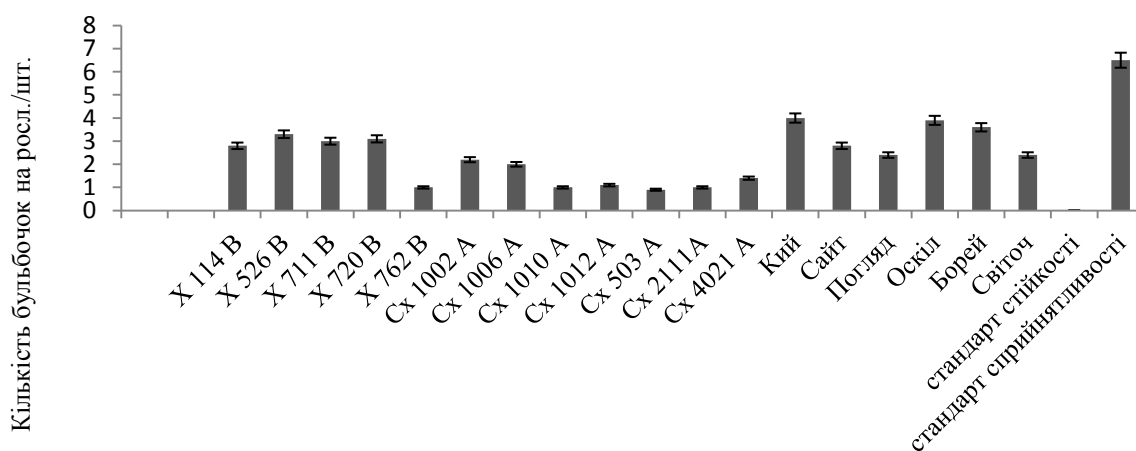
**Морфометричні показники та рівень ураженості зразків диференціаторів стійкості соняшника вовчком**

Назва зразка	Стійкість до рас вовчка	Бульбочок на рослині, шт.	Висота рослини, см		Листки			
					Кількість на рослині, шт.		Площа одного листка, см <sup>2</sup>	
			контроль	уражені	контроль	уражені	контроль	уражені
AD 66	Не стійка	21,25*±2,1	18,4*±1,4	17,6*±1,0	7,6*±0,8	7,2*±0,7	11,5*±1,0	9,4*±0,7
Рекорд	А-С	7,8*±1,2	22,0*±2,0	20,8*±1,6	7,9*±0,7	7,7*±0,8	19,7*±1,2	12,6*±1,0
LC 1003	А-Е	10,5*±1,5	25,2*±2,4	24,8*±1,4	8,1*±0,8	8,0 ±0,7	18,6*±1,1	14,7*±1,1
LC 1093	А-F	7,2*±1,4	14,5*±1,7	11,8*±0,9	8,3*±0,8	8,1 ±0,6	11,6*±0,9	9,8*±1,0
PR64A71	А-G	0,0*±0,0	46,9*±2,1	43,1*±1,7	8,6 ±0,4	8,2 ±0,7	11,8* ±1,1	10,7*±0,9
Сх 908 А	Не стійка	6,5±0,4	29,7±1,7	28,7± 1,5	8,7± 0,5	8,0± 0,6	9,3± 0,8	7,3± 0,6

Примітка. \* – різниця з показниками лінії-стандарту сприйнятливості істотна при  $P \leq 0,05$

**Рівень ураженості ліній і гібридів соняшника вовчком.** Досліджені самозапилені лінії та комерційні гібриди соняшника істотно різняться між собою за рівнем ураженості вовчком (рис. 1), що вірогідно, пов'язане з генотиповими відмінностями між ними за цією властивістю.

Зазначимо, що всі самозапилені лінії мали істотно вищий рівень стійкості до вовчка порівняно до лінії-стандарту сприйнятливості, але дещо нижчий порівняно до стандарту стійкості.



**Рис. 1. Рівень ураженості рослин ліній та гібридів соняшника вовчком у порівнянні з стандартами.**

Враховуючи показник кількості уражених рослин соняшника вовчком, було відмічено, що дібрані генотипи характеризувались високою (5 – 15 %) та середньою (20 – 25 %) стійкістю до вовчка. При цьому у стандарту сприйнятливості PR64A71 не спостерігали ознак паразитування взагалі (0 % уражених рослин), а у лінії-стандарту сприйнятливості Сх 908 А всі рослини соняшника були заселені вовчком (100 % уражених рослин).

**Морфологічні показники ліній і гібридів соняшника за умов ураження вовчком.** За результатами досліджень встановлено, що переважна більшість



морфометричних показників рослин ліній та гібридів соняшника за ураження вовчком були нижчими, ніж у контрольних зразків. При цьому показник висоти рослин у лінії-стандарту стійкості перевищував цей показник у лінії Сх 908 А на 50-58 %. Це вказує на пригнічення паразитом росту рослини-господаря. Що стосується показників площі листка та кількості листків на рослині, то серед дослідних зразків соняшника відмічено загальну тенденцію до зниження рівня зазначених показників за ураження паразитом, однак суттєвих відмінностей від стандартів немає.

Аналіз морфометричних показників у гібридів соняшника показав, що висота рослин за ураження їх вовчком майже не змінюється або незначно зменшується у порівнянні з контрольними рослинами, наприклад, на 7-10 см у гібридів Кий та Борей. При цьому показники гібридів перевищують показники лінії-стандарту сприйнятливості до вовчка. Кількість листків на рослині та їх площа майже у всіх уражених рослин суттєво нижчі, ніж у контрольних. Однак ці показники не мають істотної відмінності від показників сприйнятливої лінії Сх 908 А.

### ЗАГАЛЬНИЙ ВМІСТ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК В РОСЛИНАХ СОНЯШНИКА ЗА УРАЖЕННЯ ВОВЧКОМ

**Вміст фенольних сполук у рослинах зразків-диференціаторів стійкості за ураження вовчком.** Загальний вміст фенолів у листках контрольних рослин соняшника суттєво варіював (табл. 2). Найвищий вміст зафіксовано у стійкого гібрида PR64A71 (945,0 мг/100г маси сухої речовини), а найнижчий – у лінії LC 1093, диференціатора до раси F (465,6 мг/100 г сух. речовини). В листках сприйнятливих ліній AD 66 та Сх 908 А вміст фенольних сполук був вищим – 546,8 та 680,4 мг/100 г сух. речовини відповідно, але не перевищував показник стійкого зразка (табл. 2). За ураження рослин диференціаторів стійкості соняшника вовчком вміст фенолів у листках майже всіх зразків підвищувався, в тому числі і стійкого гібрида PR64A71. Тоді як вміст фенольних сполук у листках сприйнятливих ліній AD 66 та Сх 908 А знижувався за ураження паразитом.

Таблиця 2

#### Вміст фенольних сполук у листках і коренях зразків-диференціаторів стійкості за ураження вовчком

Зразок	Вміст фенолів, мг/100г маси сухої речовини			
	у листках		у коренях	
	контроль	уражені	контроль	уражені
AD 66	546,8*±5,4	521,4*±6,2	379,8*±4,6	202,7*±4,7
LC 1003	708,6*±5,8	906,3*±7,8	304,8*±5,1	550,9*±5,6
Рекорд	678,5±7,1	987,4*±8,2	265,8*±5,2	652,0*±4,9
LC 1093	465,6*±6,3	854,4*±7,4	135,2*±5,4	566,2*±5,2
PR64A71	945,0*±5,4	1234,8*±9,3	189,0*±6,1	667,8*±6,6
Сх 908 А	680,4±4,8	655,2±5,2	403,2±3,9	138,6±3,7

Примітка. \* – різниця з показниками лінії-стандарту сприйнятливості істотна при  $P \leq 0,05$

Загальний вміст фенольних сполук у коренях контрольних рослин досліджених зразків-диференціаторів стійкості був у цілому в 2-3 рази нижчим у порівнянні з показниками в листках. Найбільший вміст фенолів у коренях контрольних рослин відмічено у сприйнятливих ліній AD 66 та Сх 908 А – 379,8 та

403,2 мг/100 г сух. речовини відповідно (табл. 2). Найнижчі показники відмічали в коренях контрольних рослин стійкого гібрида PR64A71 та лінії LC 1093 – 189,0 та 135,2 мг/100 г сух. речовини відповідно. За ураження вовчком вміст фенольних сполук у коренях майже всіх досліджених зразків також суттєво підвищувався, у тому числі і стійкого гібрида PR64A71 (в 3 рази у порівнянні з контролем). Тоді як вміст фенольних сполук у коренях сприйнятливих до вовчка ліній AD 66 та Сх 908 А знижувався майже вдвічі у порівнянні з контролем.

**Вміст фенольних сполук у рослинах ліній і гібридів соняшника за ураження вовчком.** Результати досліджень рівня фенольних сполук у листках та коренях різних генотипів соняшника (табл. 3) показали, що вміст фенольних сполук у листках контрольних рослин ліній Сх 1012 А і Сх 4021 А перевищував показник стандарту стійкості на відміну від решти самозапилених ліній.

Таблиця 3

**Загальний вміст фенолів у листках і коренях самозапилених ліній соняшника за ураження вовчком**

Лінія	Вміст фенолів, мг/100г маси сухої речовини			
	у листках		у коренях	
	контроль	уражені	контроль	уражені
X 114 В	567,0*±5,6	1148,8*±8,7	147,0*±7,1	403,2*±4,6
X 526 В	882,0*±7,6	1300,2*±8,8	229,1*±6,0	252,0*±4,5
X 711 В	478,8*±4,9	819,0*±6,9	214,2*±5,7	579,6*±5,3
X 720 В	163,8*±4,6	945,0*±5,8	31,5*±3,4	850,5*±5,8
X 762 В	667,8±6,8	730,8*±7,3	162,8*±5,1	277,2*±3,7
Сх 1002 А	730,8*±8,6	787,5*±8,5	162,0*±4,8	163,8±3,2
Сх 1006 А	655,2±5,9	844,2*±7,8	113,4*±3,9	239,4*±4,2
Сх 1010 А	1071,0*±7,9	1073,9*±6,6	420,0*±6,1	340,2*±3,1
Сх 1012 А	982,8*±8,5	1211,5*±7,4	280,0*±4,2	157,5±2,8
Сх 503 А	655,2±7,4	781,2*±6,9	88,2*±4,0	333,5*±4,1
Сх 2111А	840,0*±6,8	570,0*±5,7	75,0*±3,7	177,7±3,3
Сх 4021 А	1096,2*±9,1	1348,2*±7,8	264,6*±5,2	718,2*±5,3
PR64A71	945,0*±5,4	1234,8*±9,3	189,0*±6,1	667,8*±6,6
Сх 908 А	680,4±4,8	655,2±5,2	403,2±3,9	138,6±3,7

Примітка. \* – різниця з показниками лінії-стандарту сприйнятливості істотна при  $P \leq 0,05$

При цьому майже у всіх фертильних чоловічих ліній (окрім X 526 В) та у стерильних материнських ліній Сх 1006 А і Сх 503 А вміст фенольних сполук у листках контрольних рослин був нижчим за показники лінії-стандарту сприйнятливості. Щодо вмісту фенолів у коренях контрольних рослин, то у всіх самозапилених ліній, окрім Сх 1010 А, показники були нижчими у порівнянні з лінією-стандартом сприйнятливості, а порівняно зі стандартом стійкості вищими були показники у ліній X 526 В, X 711 В, Сх 1010 А, Сх 1012 А та Сх 4021 А. Тож за вмістом фенолів у листках і коренях неуражених вовчком рослин складно прогнозувати рівень стійкості до паразита. За ураження вовчком у всіх фертильних чоловічих ліній рівень фенолів значно підвищувався, при цьому у ліній X 114 В, X 526 В, X 720 В показники були на 44–98 % вищими за стандарт сприйнятливості, а у ліній X 762 В та X 711 В – лише на 12–25 %. У стерильних материнських ліній відмічено незначне перевищення рівня фенольних сполук уражених рослин

порівняно з контрольними, а в деяких випадках нижчий рівень (Сх 2111 А). При цьому показники стандарту стійкості за ураження вовчком підвищувались на 31 % і в 2-3 рази перевищували показники лінії Сх 908 А.

Вміст фенольних сполук у листках контрольних рослин всіх гібридів був нижчим за показники стандарту стійкості, а в деяких випадках (гібриди Сайт, Борей) – і за показники лінії Сх 908 А на 13-15 % (табл. 4). Вміст фенолів у коренях контрольних рослин усіх гібридів був меншим порівняно з лінією-стандартом сприйнятливості і лише у гібридів Кий та Борей вищим чи на рівні стандарту стійкості. За результатами визначення вмісту фенольних сполук у всіх гібридів, а також у стандарту стійкості до вовчка відмічали підвищення його в листках (на 10 – 30 %) та коренях (у 2 – 3 рази) уражених рослин порівняно з контрольними, тоді як у сприйнятливої лінії Сх 908 А виявили зниження рівня фенолів порівняно з контролем в листках (на 4 %) та майже в 3 рази в коренях за ураження паразитом.

Таблиця 4

**Загальний вміст фенолів у листках і коренях гібридів соняшника за ураження вовчком у порівнянні з стандартами**

Гібрид	Вміст фенолів, мг/100г маси сухої речовини			
	у листках		у коренях	
	контроль	уражені	контроль	уражені
Кий (Сх 908 А/Х 762 В)	768,6*±7,2	830,5*±7,2	252,0*±4,7	1386,0*±7,9
Сайт (Сх 1012 А/Х 526 В)	592,2*±6,8	1239,0*±6,5	88,2*±3,7	151,2±5,1
Погляд (Сх 2111 А/Х 711 В)	655,2±7,1	844,2*±6,8	37,2*±3,2	403,2*±4,6
Оскіл (Сх 1006 А/Х 720 В)	712,2*±7,3	821,7*±5,4	151,2*±5,4	1260,0*±7,7
Борей (Сх 503 А/Х 114 В)	579,6*±5,8	1021,0*±6,6	189,0*±5,8	825,0*±6,5
Світоч (Сх 1006 А/Х 711 В)	693,0±6,2	705,6*±4,9	163,8*±5,4	264,5*±4,4
PR64A71	945,0*±5,4	1234,8*±9,3	189,0*±6,1	667,8*±6,6
Сх 908 А	680,4±4,8	655,2±5,2	403,2±3,9	138,6±3,7

Примітка. \* – різниця з показниками лінії-стандарту сприйнятливості істотна при  $P \leq 0,05$

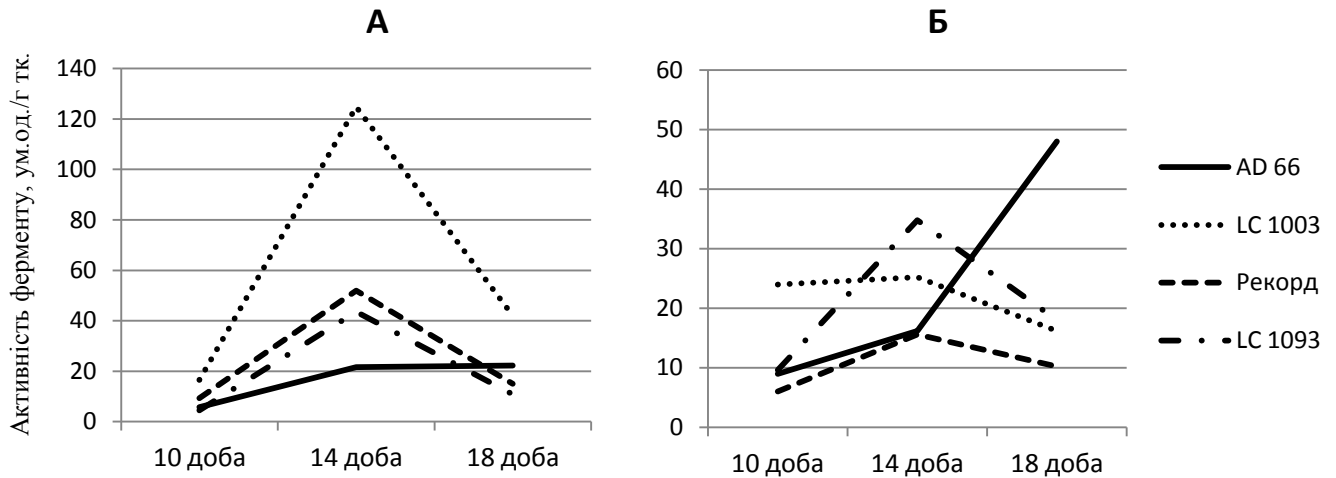
Визначено, що за умов ураження рослин соняшника вовчком рівень фенольних сполук у цілому підвищується як в листках, так і в коренях рослин, за виключенням окремих зразків, у яких рівень фенолів як і у лінії-стандарту сприйнятливості знижувався за впливу вовчка.

Таким чином, результати вказують на те, що вміст фенольних сполук у коренях і листках соняшника залежить від рівня стійкості генотипу до квіткового паразита, що особливо чітко проявляється за умов ураження вовчком.

**АКТИВНІСТЬ ОКИСНО-ВІДНОВНИХ ФЕРМЕНТІВ У РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ СОНЯШНИКА ЗА НОРМАЛЬНИХ УМОВ ТА ЗА ІНФІКУВАННЯ ВОВЧКОМ**

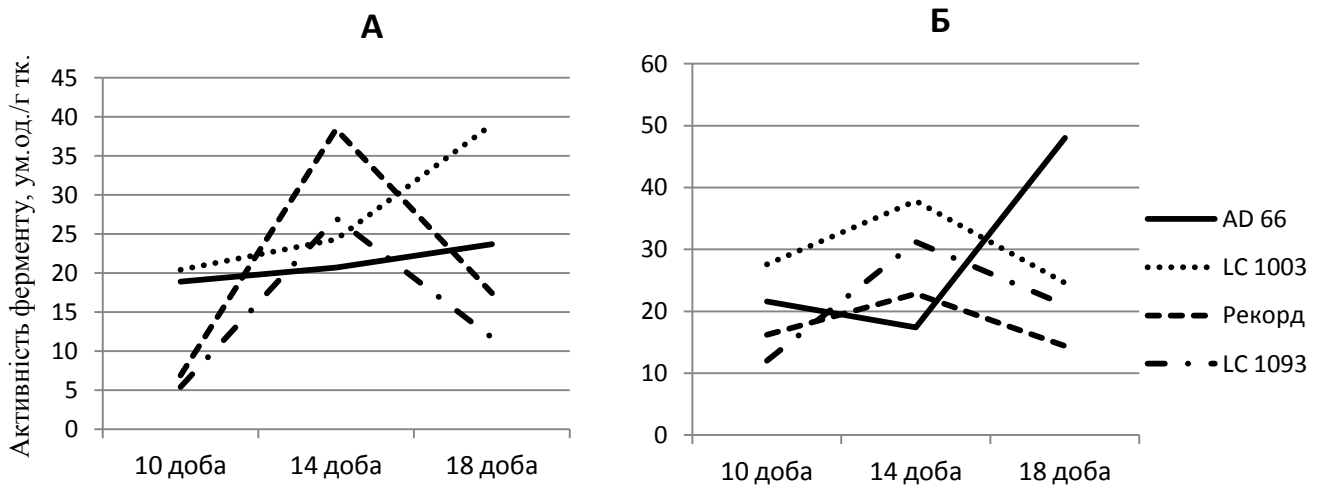
**Динаміка активності оксидоредуктаз у зразків-диференціаторів стійкості соняшника за ураження вовчком.** За ураження вовчком зразків-диференціаторів стійкості спостерігали суттєве підвищення активності поліфенолоксидази в листках 14-добових проростків соняшника і подальший спад у 18-добових проростків (рис. 2 А). Вивчаючи динаміку активності поліфенолоксидази в коренях зразків-диференціаторів стійкості, встановили, що у всіх зразків за ураження вовчком

відбувається сплеск активності ферменту на 14 добу після ураження і подальший її спад у більшості рослин, крім сприйнятливої зразка, в коренях якого активність поліфенолоксидази продовжувала зростати (рис. 2 Б).



**Рис. 2. Динаміка активності поліфенолоксидази в листках (А) і коренях (Б) зразків-диференціаторів стійкості до вовчка**

Згідно з аналізом динаміки активності пероксидази в листках і коренях зразків-диференціаторів за ураження вовчком встановлено, що у сприйнятливої лінії AD 66 та у лінії LC 1003 під час вегетації відбувається поступове підвищення активності ферменту, в той час, як у лінії LC 1093 та сорту Рекорд пік активності пероксидази приходився на 14 добу після ураження, а спад – на 18 добу (рис. 3 А).



**Рис. 3. Динаміка активності пероксидази в листках (А) і коренях (Б) зразків-диференціаторів стійкості за ураження вовчком**

Сплеск активності пероксидази в коренях дослідних зразків за ураження вовчком відмічали на 14 добу у всіх зразків, крім сприйнятливої лінії AD 66, у якої на 14 добу після ураження рослин вовчком активність ферменту спадала і в подальшому зростала (рис. 3 Б).

Щодо динаміки активності каталази в листках і коренях дослідних зразків соняшника за ураження *Orobanchе cumana* Wallr. встановлено, що на 14 добу після ураження зразків у більшості з них, окрім сорту Рекорд, активність каталази знижується порівняно з початковими даними, отриманими на 10 добу після зараження, і в подальшому активність ферменту підвищується до початкового рівня. У сорту Рекорд відмічено незначне підвищення активності ферменту на 14 добу та зниження її на 18 добу (рис. 4 А).

У коренях всіх дослідних зразків-диференціаторів за ураження вовчком відмічено суттєве підвищення активності каталази на 14 добу після зараження вовчком (рис. 4 Б)

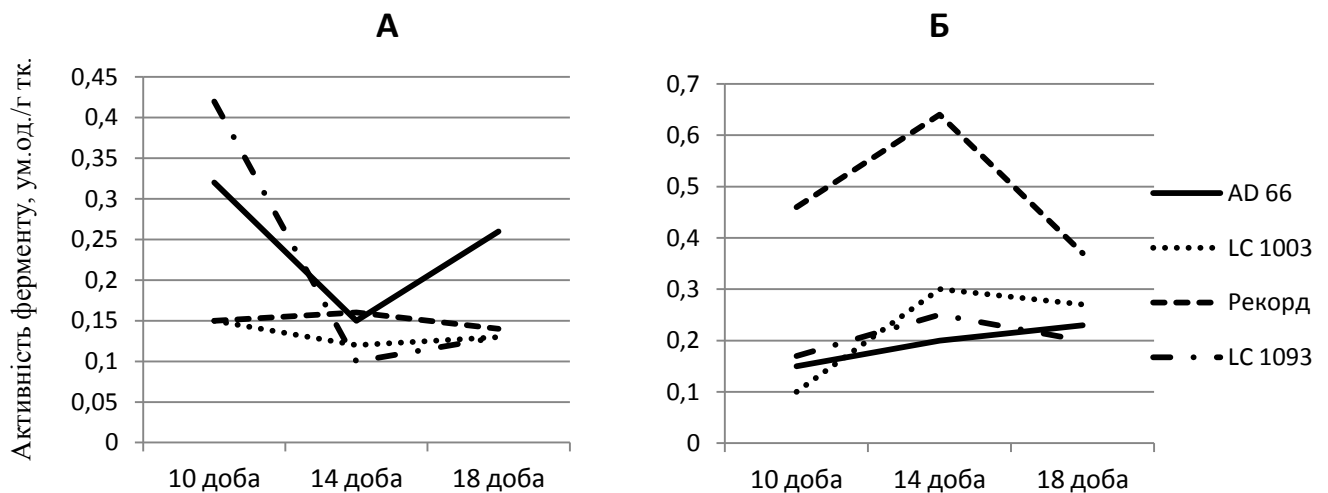


Рис. 4. Динаміка активності каталази в листках (А) і коренях (Б) зразків-диференціаторів стійкості за ураження вовчком

Подальше зниження активності ферменту встановлено в усіх зразків, крім сприйнятливої до вовчка лінії AD 66, активність каталази в коренях якої продовжувала зростати за ураження вовчком.

**Активність поліфенолоксидази дослідних генотипів соняшника.** У дослідженнях активності поліфенолоксидази в листках уражених вовчком рослин соняшника фертильних чоловічих ліній та лінії-стандарту сприйнятливості спостерігалась тенденція до зниження показників на 2–15% у порівнянні з контрольними рослинами (табл. 5). Показники активності ферменту у стандарту стійкості за ураження рослин підвищувались на 8% у порівнянні з контрольними. У цілому ж показники досліджуваних ліній і стандарту стійкості були вищими за показники сприйнятливої лінії Сх 908 А. Активність поліфенолоксидази в листках стерильних материнських ліній за їх ураження майже у всіх зразків, як і у стандарту стійкості, підвищувалась на 2–17% у порівнянні з контрольними рослинами, окрім ліній Сх 1006 А, Сх 1010 А та лінії-стандарту сприйнятливості, показники яких знижувались у порівнянні з контролем. За ураження вовчком активність ферменту в усіх досліджуваних гібридів зростала та перевищувала показники контрольних рослин на 4–6%.

**Активність пероксидази дослідних генотипів соняшника.** У більшості досліджених фертильних чоловічих ліній за ураження вовчком активність пероксидази знижувалась на 16 – 28 % у порівнянні з контрольними рослинами, крім лінії Х 114 В, показники якої підвищувались на 37 % (табл. 5). За ураження вовчком рослин лнії-стандарту сприйнятливості Сх 908 А показники активності ферменту знижувались на 46 % порівняно до контролю. Однак, показники стандарту стійкості, як і стерильних материнських ліній Сх 1012 А, Сх 2111 А, за ураження вовчком не змінювались, а у ліній Сх 1002 А, Сх 1006 А, Сх 4021 А, Сх 503 А підвищувались на 19 – 21 % у порівнянні з контрольними рослинами.

Таблиця 5

**Активність оксидоредуктаз у листках дослідних генотипів соняшника за ураження вовчком, ум.од./г тк.**

Назва зразка	Кількість бульбочок на рослині, шт.	Активність поліфенолоксидази		Активність пероксидази		Активність каталази	
		контроль	уражені	контроль	уражені	контроль	уражені
Стерильні материнські лінії							
Сх 503 А	0,8±0,2	76,3±2,4*	78,7±0,8*	10,1±1,3*	12,4±0,7*	6,3±1,4*	8,8±0,5*
Сх 1002 А	2,2±0,6	79,1±2,4*	80,2±0,9*	13,6±1,6*	17,1±1,1*	4,0±0,5*	4,0±0,8*
Сх 1006 А	2,0±0,3	82,2±2,4*	73,5±1,2*	19,1±1,4	24,4±1,2*	2,6±0,4	6,0±0,7*
Сх 1010А	1,0±0,3	77,2±2,2*	73,9±1,3*	9,4±0,8*	8,8±0,6	3,5±0,6*	3,6±0,6
Сх 1012 А	1,1±0,4	70,0±3,0	73,5±1,2*	15,6±1,7	15,1±1,5*	2,7±0,6	3,6±0,7
Сх 2111 А	1,0±0,3	69,1±1,3	83,5±2,1*	7,7±0,5*	7,7±1,0	3,4±0,6*	5,8±0,6*
Фертильні чоловічі лінії							
Х 114 В	2,8±0,2	72,0±3,3	69,4±2,3*	9,2±1,0*	31,5±1,6*	3,4±0,5	4,3±0,5*
Х 711 В	3,0±0,4	72,0±3,3	70,2±3,0*	28,3±3,6*	20,4±1,1*	2,8±0,4	1,3±0,2*
Х 720 В	3,5±0,6	78,0±1,4*	71,4±2,7*	20,5±2,4	13,3±0,6*	7,1±1,3*	8,0±0,6*
Х 762 В	1,0±0,3	71,3±4,7	76,3±2,4*	8,3±1,1*	7,0±0,6*	7,7±2,0*	4,5±0,6*
Х 526 В	3,3±0,8	73,0±5,0	70,5±1,8*	5,7±1,0*	7,5±0,8*	1,9±0,3	3,5±0,4
Гібриди F <sub>1</sub>							
Борей	4,6±1,0	78,7±0,8*	81,6±1,5*	20,1±1,2	16,1±0,8*	3,2±0,4*	2,7±0,5
Кий	4,0±0,8	80,2±0,9*	85,4±0,9*	7,0±1,6*	19,6±1,1*	4,6±0,5*	5,6±0,7*
Оскіл	4,9±0,9	73,9±1,3*	76,7±0,8*	19,2±7,3	13,7±1,1*	3,1±0,3*	3,5±0,5
Сайт	2,8±0,3	73,5±1,2*	75,5±1,6*	8,1±0,9*	15,4±1,0*	6,6±0,4*	4,9±0,5*
Погляд	2,4±0,4	83,5±2,1*	87,8±1,2*	13,9±2,4*	16,2±1,4*	6,2±0,5*	6,1±0,6*
<b>Сх 908 А</b>	<b>6,5±1,1</b>	<b>66,9±3,1</b>	<b>56,7±2,4</b>	<b>17,6±2,4</b>	<b>8,7±0,7</b>	<b>2,1±0,4*</b>	<b>3,1±0,5</b>
<b>PR64A71</b>	<b>0,0±0,0</b>	<b>71,3±2,3*</b>	<b>77,3±1,5*</b>	<b>12,8±2,9*</b>	<b>11,7±0,8*</b>	<b>5,6±0,6*</b>	<b>6,5±0,7*</b>

Примітка. \* – різниця з показниками лінії-стандарту сприйнятливості істотна при P≤0,05

За умов ураження вовчком рослин гібридів соняшника показники активності пероксидази у більшості з них знижувались на 4 – 38 %, зокрема у тих гібридів, які в контролі мали високу активність ферменту. У гібридів з низьким рівнем активності ферменту в контрольних рослинах за ураження показник активності зростав у 2-3 рази. Активність пероксидази в коренях досліджених зразків була значно вищою, ніж в листках, що, безумовно, пов'язано з особливостями фізіологічних процесів у коренях.

**Активність каталази дослідних генотипів соняшника.** За умов ураження *Orobanche cumana* Wallr. спостерігали загальну тенденцію до збільшення активності ферменту в листках та зменшення її в коренях. Так, за ураження рослин фертильних чоловічих ліній квітковим паразитом вовчком активність каталази в цілому підвищувалась на 26 – 85 %, окрім ліній X 711 В та X 762 В, показники цього ферменту в яких знижувались майже вдвічі порівняно з контрольними рослинами. У гібридів соняшника відмічали різну реакцію рослин на проникнення паразита. Так, у гібридів Світоч, Погляд, Борей, Сайт, виявлено зниження активності каталази в листках на 1,5 – 25 %, у гібридів Кий, Оскіл – підвищення активності ферменту на 13 – 22 %.

Визначено, що показники активності поліфенолоксидази і каталази в листках контрольних рослин відповідають рівню стандарту стійкості, тобто перевищують показники лінії-стандарту сприйнятливості, що свідчить про потенційну їх стійкість до вовчка (*Orobanche cumana* Wallr.). Однак показники активності пероксидази в листках контрольних рослин неоднозначні і не дають можливості прогнозувати стійкість до паразита за активністю цього ферменту.

Встановлено, що показники активності ферментів у коренях контрольних рослин відповідали рівню стандарту стійкості, однак були значно нижчими за показники лінії-стандарту сприйнятливості, в деяких випадках – перевищували його. Це свідчить про недоцільність визначення потенційної стійкості зразків соняшника до *Orobanche cumana* Wallr. за активністю оксидаз у коренях рослин, слід використовувати листки.

На основі отриманих даних розроблено прискорений спосіб оцінювання стійкості соняшника до вовчка, який базується на визначенні активності каталази в зеленому рослинному матеріалі 14-добових проростків соняшника.

### **ВИКОРИСТАННЯ КУЛЬТУРИ *IN VITRO* ДЛЯ СТВОРЕННЯ СТІЙКОГО МАТЕРІАЛУ СОНЯШНИКА ДО ВОВЧКА**

У результаті проведених досліджень встановлено, що за культивування пиляків соняшника на індукційних живильних середовищах формується різна кількість новоутворень (рис. 5).

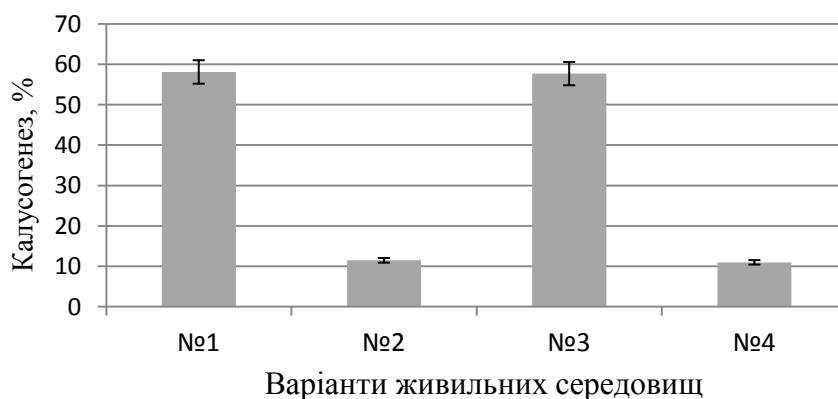


Рис. 5. Калусогенез ліній соняшника на різних живильних середовищах

Після двох тижнів культивування у темряві на пиляках утворювалось два типи калусу: рихла оводнена калусна маса сірого кольору та більш щільний калус з

окремими білуватими субодинацями на поверхні.

За часткою калусогенезу генотипи соняшника відрізнялись за культивування на різних живильних середовищах. Високі показники калусогенезу для всіх фертильних чоловічих ліній спостерігали на середовищах № 1 та № 3, що містили гідролізат казеїну у концентрації 250 мг/л та 500 мг/л відповідно. Вони перевищували показники на інших середовищах більш, ніж на 40 %.

Показники калусогенезу ліній соняшника без урахування середовища культивування коливалися в середньому в межах 22-52 %. Найбільшу частку калусогенезу відмічали у лінії X 114 В – 51,7 %. Новоутворення не диференціювали. Вони мали щільну калусну масу з окремими точками росту та рихлими додатками, подекуди зафіксовано утворення корінців. Найменшу частку калусогенезу відмічали у фертильних чоловічих ліній X 720 В, X 526 В, в середньому близько 25 % новоутворень (рис. 6). Калусна маса, у порівнянні з іншими лініями, була менш щільною та більш рихлою, однак окремі точки росту спостерігали в кожному зразку.

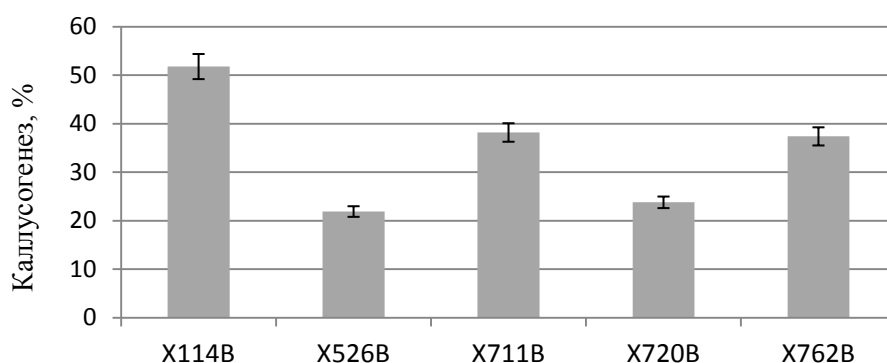


Рис. 6. Калусогенез ліній соняшника за культивування *in vitro*

З'ясовано, що досліджені фертильні чоловічі лінії соняшника мають низьку здатність до андрогенезу. Додавання до живильного середовища білкових складових сприяє підвищенню частки андрогенезу. Виділено лінію X 114 В з високою часткою калусогенезу та X 711 В, для якої відмічено точки регенерації на ренегераційному живильному середовищі.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і вирішення нового наукового завдання, яке полягає у визначенні морфофізіологічних особливостей ліній і гібридів соняшника за умов ураження вовчком (*Orobanche cumana* Wallr.) шляхом розробки біохімічного методу оцінювання стійкості соняшника до квіткового паразита й подальшого впровадження його в селекційні програми Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України; визначенні морфометричних показників, рівня фенольних сполук та активності оксидоредуктаз у листках і коренях рослин соняшника, оцінюванні андрогенної здатності ліній соняшника, що має важливе значення в галузі фізіології рослин.

1. Ступінь стійкості зразків соняшника до *Orobanche cumana* Wallr. суттєво варіював у досліджених генотипів з рівнем 0,0 – 6,5 бульбочок паразита на коренях рослини соняшника.



2. Встановлено пригнічення ростових процесів у більшості досліджених генотипів за ураження вовчком у середньому на 15 % порівняно з контролем та залежність його рівня від генотипу соняшника.

3. Доведено значний вплив ураження рослин соняшника квітковим паразитом на вміст фенольних сполук. Так, за умов ураження їх вміст у більшості зразків підвищується: в листках на 15 – 80 %, у коренях – в 2 – 5 рази, за виключенням деяких зразків, у яких рівень фенолів, як і у лінії-стандарту сприйнятливості, знижувався за впливу вовчка на 4 % в листках та втричі в коренях. Показники фенольних сполук у стійких зразків були вищими за показники у сприйнятливих у 1,5 – 3 рази.

4. Виявлено значне підвищення активності пероксидази, поліфенолоксидази та каталази в листках стійких зразків за ураження їх вовчком (від 5 % до 50 %) та зниження активності оксидаз або відсутність змін – у сприйнятливих.

5. Установлено відмінності між генотипами за активністю оксидаз на 14 добу після зараження, що свідчить про доцільність визначення стійкості соняшника до *Orobanche cumana* Wallr. саме в цей період.

6. Визначено, що показники активності поліфенолоксидази та каталази в листках контрольних рослин відповідають рівню стандарту стійкості (35,7 ум.од./г тк. та 5,6 ум.од./г тк. відповідно), при цьому перевищують показники лінії-стандарту сприйнятливості у 1,5 – 3 рази, що свідчить про потенційну стійкість до квіткового паразита.

7. Встановлено, що андрогенна здатність зразків соняшника залежить від генотипу та складу середовища культивування. Збагачення живильного середовища гідролізатом казеїну (250 мг/л) сприяло збільшенню частки калусогенезу соняшника на 40 %.

8. На основі отриманих даних розроблено прискорений спосіб оцінювання стійкості соняшника до вовчка (*Orobanche cumana* Wallr.), який базується на визначенні активності каталази в листках 14-добових проростків культури (Патент № 79519 від 25.04.2013).

## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

*Науково-дослідним установам:*

– визначати стійкість соняшника до вовчка (*Orobanche cumana* Wallr.) прискореним біохімічним методом, що базується на визначенні активності каталази в листках зразків, який на відміну від традиційного методу дозволяє на достовірному рівні проводити диференціацію селекційного матеріалу швидше та економічніше;

– використовувати для приготування живильних середовищ білкові компоненти, такі як гідролізат казеїну, у концентрації 250 г/л при використанні методу індукції андрогенезу для культивування *in vitro*;

– залучати в селекційні програми для подальшої селекції на стійкість до вовчка зразки, що поєднують високий генотиповий потенціал стійкості зі стабільним її проявом, зокрема лінії соняшника X 762 В, Сх 1002 А, Сх 1006 А, Сх 503 А та гібриди Кий, Сайт, Світоч.

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ  
СТАТТІ У НАУКОВИХ ФАХОВИХ ВИДАННЯХ:**

1. Чигрин Т. В., Задорожна О. А. Активність пероксидази у батьківських ліній та гібридів соняшнику при інокуляції вовчком. Вісник Харківського Національного університету. Серія біологія. Вип.15 (№1008), 2012. С. 109–115. (частка авторства 70 %, проведення експерименту, написання статті).

2. Задорожна О. А., Чигрин Т. В., Юшкіна Л. Л. Андрогагенез *in vitro* гібридів соняшнику за участю диких видів. Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. Вип. 20, Т. 2. 2012. С. 108–112. (частка авторства 40 %, проведення експерименту, аналіз даних, написання статті).

3. Чигрин Т. В., Задорожна О. А., Петренкова В. П. Активність поліфенолоксидази у різних за стійкістю до вовчка (*Orobanche cumana* Wallr.) генотипів соняшнику (*H. annuus* L.). Физиология и биохимия культурных растений. Т. 44. № 4. 2012. С. 355–360. (частка авторства 70 %, проведення експерименту, аналіз даних, написання статті).

4. Задорожна О. А., Юшкіна Л. Л., Чигрин Т. В., Супрун О. Г. Особливості андрогагенезу в культурі *in vitro* різних видів соняшнику. Бюлетень Державного Нікітського бортанічного саду. № 105. 2012. С. 166–121. (частка авторства 30 %, проведення експерименту, аналіз даних, написання статті)

5. Чигрин Т. В., Задорожна О. А. Варіювання активності каталази у різних за стійкістю до вовчка (*Orobanche cumana* Wallr.) зразків соняшнику. Вісник Львівського ун-ту. Серія біологічна. Вип. 61. 2013. С. 189–194. (частка авторства 70 %, проведення експерименту узагальнення даних, написання статті).

6. Чигрин Т. В. Активність окислительно-восстановительных ферментов у різних по устойчивости к заразице генотипов подсолнечника. Научно-технический бюллетень ВНИИМК «Масличные культуры». Вып. 155–156. 2013. С. 134–139.

7. Сахно Т. В. Морфометричні показники та вміст фенольних сполук у ліній та гібридів соняшнику за ураження вовчком. Селекція і насінництво. Випуск 110. № 15. Харків. 2016. С. 117–122.

8. Сахно Т. В., Петренкова В. П. Вміст фенольних сполук та морфометричні показники у зразків-диференціаторів соняшнику за умов ураження вовчком. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип. 4 (92). Миколаїв. 2016. С. 92–98. (частка авторства 70 %, проведення експерименту узагальнення даних, написання статті).

9. Сахно Т. В. Динаміка активності оксидоредуктаз у зразків-диференціаторів соняшнику за ураження вовчком. Вісник СНАУ. Серія «Агрономія і біологія». Вип. 9 (32). Суми, 2016. С. 3–9.

10. Сахно Т. В., Петренкова В. П. Активність оксидоредуктаз у ліній та гібридів соняшнику за ураження вовчком. Збірник наукових праць Уманського НУС. вип. 90. Ч. 1. Сільськогосподарські науки. Умань, 2017. С. 112–121. (частка авторства 70 %, проведення експерименту, аналіз та узагальнення даних, написання статті).

**ПАТЕНТИ:**

11. Патент № 79519 на корисну модель «Спосіб прискореного визначення

стійкості зразків соняшнику до вовчка (*Orobanche cumana* Wallr.)» від 25.04.2013./Задорожна О. А., Чигрин Т. В.; Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН; заявл.: 19.10.12; опубл.: 25.04.13. – Бюл. № 8 (частка авторства 50 %, проведення дослідів, аналіз даних).

#### ІНШІ ПУБЛІКАЦІЇ:

12. Чигрин Т. В., Задорожна О. А., Юшкіна Л. Л. Андрогенна здатність пиляків соняшнику. Збірник матеріалів міжнародної наукової конференції «Сучасна біотехнологія сільськогосподарських рослин та біобезпека (рослинний геном VI)» 7-10 вересня 2010 р. Одеса. С. 100. (частка авторства 40 %, проведення експерименту, статистичний аналіз даних).

13. Чигрин Т. В., Задорожна О. А., Юшкіна Л. Л. Андрогенез *in vitro* різних видів соняшнику. Збірник матеріалів міжнародної наукової конференції «Екологізація сталого розвитку агросфери і ноосферна перспектива інформаційного суспільства» 4-5 жовтня 2010 р. Харків. С. 25–26. (частка авторства 40 %, проведення експерименту, статистичний аналіз даних).

14. Чигрин Т. В., Задорожная О. А., Юшкина Л. Л. Способность к андрогенезу в культуре *in vitro* пыльников разных видов подсолнечника. Сборник материалов VI Международной конференции молодых ученых и специалистов «Инновационные направления исследований в селекции и технологии возделывания масличных культур» 24-25 февраля 2011. Краснодар, Россия. С. 357–361 (частка авторства 45 %, проведення експерименту, аналіз та узагальнення даних).

15. Чигрин Т. В., Задорожна О. А. Активність поліфенолоксидази у міжвидових гібридів соняшнику. Матеріали доповідей II Міжнародної наук. конференції «Регуляція росту і розвитку рослин: фізіолого–біохімічні і генетичні аспекти» 11-13 жовтня 2011 р. Харків. С. 89–90. (частка авторства 50 %, проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

16. Чигрин Т. В., Задорожна О. А. Активність пероксидази ліній соняшнику за інокуляції їх вовчком. Збірка матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми біології, екології та хімії» 11-13 травня 2012 р. Запоріжжя. С. 58–59. (частка авторства 65 %, проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

17. Чигрин Т. В. Активність поліфенолоксидази та пероксидази у різних за стійкістю до вовчка генотипів соняшнику. Материалы докладов V Международной научно-практической конференции молодых ученых «Инновационно–инвестиционное развитие растениеводческой отрасли – состояние и перспективы» 4-6 июля 2012. Харьков. С. 23.

18. Чигрин Т. В., Задорожная О. А. Активность некоторых ферментов подсолнечника в связи с устойчивостью к заражению. Материалы VIII Международного симпозиума «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты» 2-5 октября 2012. Москва, Россия. С. 487–491. (частка авторства 65 %, проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

19. Сахно Т. В. Рівень фенольних сполук у генотипів соняшнику з різною стійкістю до *Orobanche cumana* Wallr. Збірник матеріалів міжнародної наукової конференції «Стійкість соняшнику до біотичних та абіотичних факторів» 24-25 червня 2014 р. Харків. С. 67–68.

20. Сахно Т. В. Влияние заражения заразой на ростовые процессы и содержание фенольных соединений у линий и гибридов подсолнечника. Материалы IX Международного симпозиума «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты» 20-25 апреля 2015 г. Москва, Россия. С. 425–430.

21. Сахно Т. В. Вплив ураження вовчком на морфометричні показники та загальний вміст фенолів у ліній-диференціаторів соняшнику. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених «Інноваційні напрями розвитку галузі рослинництва» 7-8 липня 2016 р. Харків. С. 18–19.

## АНОТАЦІЯ

Сахно Т. В. Морфофізіологічні особливості стійкості ліній і гібридів соняшника до вовчка (*Orobancha cumana* Wallr.). – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.12 – фізіологія рослин. Уманський національний університет садівництва, Умань – 2017.

Дисертація присвячена вирішенню нового важливого наукового завдання з визначення особливостей морфофізіологічних показників генотипів соняшника за ураження вовчком, розробки біохімічного методу оцінювання зразків соняшника на стійкість до вовчка та визначення на його основі генотипів з високим рівнем стійкості до паразита, цінних для селекції культури.

Вперше в умовах України розроблено методіку біохімічної оцінки стійкості зразків соняшника до вовчка та проведено її порівняння з існуючими методиками, що забезпечило ефективність у доборі стійких форм.

Визначено реакцію генотипів соняшника на зараження вовчком, яка характеризувалась рівнем морфофізіологічних показників, фенольних сполук та активністю окисно-відновних ферментів у листках та коренях рослин соняшника.

Розроблено модифіковані живильні середовища для культивування соняшника *in vitro*, використання яких підвищує частку андрогенезу і сприяє збільшенню частки морфогенезу соняшника в подальшому

Набуло подальшого розвитку використання в селекційній програмі Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України методу оцінки генотипів соняшника на стійкість до вовчка

Розроблений в результаті досліджень біохімічний метод оцінки на стійкість до вовчка сприяє прискоренню та здешевленню традиційного методу оцінки і забезпечує виявлення цінного за стійкістю до вовчка селекційного матеріалу соняшника. Використання білкового компоненту гідролізату казеїну (250 мг/л) у складі модифікованих живильних середовищ для культивування соняшника в умовах *in vitro* підвищує частку андрогенезу на 40 %, що сприяє подальшому морфогенезу.

**Ключові слова:** морфофізіологічні показники, соняшник, вовчок, фенольні сполуки, активність ферментів, методи оцінки на стійкість

## АННОТАЦИЯ

Сахно Т. В. Морфофизиологические особенности устойчивости линий и гибридов подсолнечника к заразихе (*Orobanche cumana* Wallr.) – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.12 – физиология растений. – Уманский национальный университет садоводства, Умань – 2017.

Диссертация посвящена решению нового важного научного задания по изучению особенностей морфофизиологических показателей генотипов подсолнечника при поражении заразихой разработки биохимического метода оценки образцов подсолнечника на устойчивость к заразихе и определение на его основе генотипов с высоким уровнем устойчивости к паразиту, ценных для селекции культуры.

Впервые в условиях Украины разработан метод биохимической оценки устойчивости образцов подсолнечника к заразихе и проведено сравнение его со существующими методиками, что обеспечило эффективность в отборе устойчивых форм.

Разработаны модифицированные питательные среды для культивирования подсолнечника *in vitro*, использование которых повышает долю андрогенеза и способствует увеличению доли морфогенеза подсолнечника в дальнейшем.

Определено реакцию генотипов подсолнечника на поражение заразихой, которая характеризовалась уровнем морфофизиологических показателей, фенольных соединений и активностью окислительно-восстановительных ферментов в листьях и корнях растений подсолнечника.

Осуществлено дальнейшее развитие использования в селекционных программах Института растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН Украины метода оценки генотипов подсолнечника на устойчивость к заразихе.

Разработанный в результате исследований биохимический метод оценки на устойчивость к заразихе способствует ускорению и удешевлению традиционного метода оценки и обеспечивает определение ценного по устойчивости к заразихе селекционного материала подсолнечника.

**Ключевые слова:** морфофизиологические показатели, подсолнечник, заразиха, фенольные соединения, активность ферментов, методы оценки устойчивости.

## ABSTRACT

Sakhno T. V. Morphophysiological particularities of resistance of sunflower lines and hybrids to broomrape. – Manuscript.

Thesis for PhD degree by specialty 03.00.12 – plant physiology. – Uman National University of Horticulture, Uman – 2017.

Thesis deals with new important scientific task determine the morphophysiological characteristics of sunflower genotypes during infection with broomrape, the development of a biochemical method for preliminary evaluation of sunflower samples for resistance to broomrape and on its basis the determination of genotypes with a high level of resistance to parasite valuable for crop breeding.

For the first time in Ukraine, a method for biochemical evaluation of the resistance of sunflower samples to broomrape was developed and compared with existing methods, that ensured efficiency in breeding of the resistant forms.

The reaction of sunflower genotypes to broomrape infection was determined, that was characterized by the level of morphophysiological indices, phenolic compounds and activity of oxidases in the leaves and roots of sunflower plants.

It have been developed modified nutrient media for sunflower cultivation *in vitro*, the use of which increases the proportion of androgenesis and promotes an increase in the proportion of sunflower morphogenesis in the future.

It was further developed using in breeding programs of Plant Production Institute n.a. V. Ya. Yuriev NAAS of Ukraine method for evaluation sunflower genotypes for resistance to broomrape

It is shown that infection with broomrape inhibited the growth and development of sunflower plants. However, it doesn't affect the morphological indicators of resistant sunflower genotypes.

It is proved that the defeat of sunflower plants by broomrape significantly affects the content of phenolic compounds in the material. Thus, under inoculation the level of phenolic compounds increases both in the leaves and in the roots of sunflower plants, except some samples, as its phenol level decreased with broomrape infection as well as in the susceptibility standard line sample.

It has been established that resistant and susceptible genotypes differ in the level of phenols in plants under the broomrape influence. Phenols level in resistant samples was higher than it in susceptible ones.

It was found that inoculation of sunflower plants with broomrape significantly affects the enzymes activity. The clearest patterns were observed on the 14th day after infection, indicating that it is expedient to conduct further studies precisely in this phase.

It is shown that the activity of enzymes increases significantly, except the line-standard of susceptibility, as its indices hardly change or significantly decrease under inoculation with broomrape.

It was determined that polyphenol oxidase and catalase activity in the leaves of control plants is at the same level as in the resistant standard sample, and at the same time exceed the parameters of the susceptible line-standard. This may indicate a potential resistance to broomrape. However, peroxidase activity in the leaves of control plants is ambiguous and does not allow predicting resistance to the parasite.

It has been established that the enzyme activity in the roots of the control plants is at the same level as in the resistant standard sample, but it is much lower than the parameters of susceptible line-standard, and in some cases exceeds it. This indicates that to determine the potential resistance to broomrape, it is necessary to take green material (leaves, cotyledons) for investigations.

It is established that the callusogenesis frequency of sunflower samples depends on the genotype characteristics and on the culture medium composition.

Developed biochemical estimation method for resistance to broomrape (Patent No. 79519 from 25.04.2013) promotes the acceleration and cost reduction of the traditional method of assessment and ensures the detection of a sunflower breeding material with high level of resistance to broomrape. The use of the protein component of casein hydrolyzate (250 mg / l) as part of the modified nutrient medium for sunflower cultivation *in vitro* increases the proportion of androgenesis by 40%, which contributes to further morphogenesis.

**Key words:** morphophysiological parameters, sunflower, broomrape, phenolic compounds, enzyme activity, evaluation methods of resistance