

of crops.

**Key words:** genetic control of the characteristics, the original material, the donor of genes, the genetic collection, soft winter wheat.

#### **Аннотация**

**Рябовол Я. С., Рябовол Л. О.**

**Генетический контроль хозяйственно-ценных признаков исходного материала пшеницы мягкой озимой**

Стратегической задачей селекции пшеницы мягкой озимой является создание экологически пластичных сортов, которые имеют высокий уровень генетического защиты от биотических и абиотических факторов окружающей среды и способны максимально реализовать потенциал урожайности в сочетании с высоким качеством зерна. Одним из путей решения комплексных селекционных задач является сочетание генетического потенциала высокопродуктивных селекционных материалов из территориально отдаленных регионов.

Подбор исходных родительских форм для селекционного процесса целесообразно проводить при использовании маркерного анализа, как одного из методов идентификации генетического потенциала образцов.

В результате исследований сформирована и проанализирована коллекцию генетического материала пшеницы мягкой озимой. Выделены доноры генов резистентности к псевдоцеркоспорозу, вируса почвенной мозаики, яровизационной потребности, фотопериодичной чувствительности и пшенично-ржаных транслокаций. Доказано, что удачнее всего гены указанных признаков сконцентрированы в генотипах сортов Золотоколоса, Княгиня Ольга, Астет.

При гибридизации форм с отдаленных эколого-географических зон получены образцы, которые будут использоваться в качестве исходного материала для создания новых высокопродуктивных сортов культуры.

**Ключевые слова:** генетический контроль признаков, исходный материал, донор генов, генетическая коллекция, пшеница мягкая озимая.

УДК 633.854.78:631.527:632.9

### **АКТИВНІСТЬ ОКСИДОРЕДУКТАЗ У ЛІНІЙ ТА ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗА УРАЖЕННЯ ВОВЧКОМ**

**Т. В. Сахно, науковий співробітник**

**В. П. Петренкова, доктор сільськогосподарських наук**

**Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України**

В статті наведено дані щодо активності оксидоредуктаз у ліній та гібридів соняшнику за умов ураження вовчком. Показано, що активність ферментів у більшості зразків за інокуляції вовчком значно зростає, окрім лінії-стандарта сприйнятливості, показники якої за умов враження вовчком знижуються. Показники активності поліфенолоксидази та каталази можуть свідчити про потенційну стійкість зразка соняшнику до вовчка.

**Ключові слова:** оксидоредуктази, стійкість, лінія, гібрид, вовчок.

**Постановка проблеми.** Важливу роль у формуванні стійкості соняшнику до вовчка відіграють оксидоредуктази – група ферментів, які знешкоджують надлишок оксидних радикалів, що утворились внаслідок

стресової реакції на проникнення паразита. Серед них основними є поліфенолоксидаза, пероксидаза та каталаза [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Активність поліфенолоксидази під час ураження соняшнику патогенами вивчена недостатньо [2, 3]. Так встановлено, що при ураженні кошиків соняшнику збудником сірої гнилі (*Botrytis cinerea* Fr.) поліфенолоксидаза у стійких рослин має вищу чутливість до виділених патогенів під час ураження та швидко активується [4]. Це свідчить про те, що у кошиках стійких рослин у відповідь на ураження збудником сірої гнилі відбувається швидке окиснення поліфенолів, внаслідок чого швидкість утворення хімічного бар'єру з продуктів розпаду фенолів випереджає швидкість проникнення гриба [5, 6]. У нестійких рослин за ураження патогеном активність поліфенолоксидази підвищується незначно або не підвищується зовсім.

Таким чином, можна очікувати, що рослини соняшнику з різною стійкістю до вовчка мають різну активність поліфенолоксидази, показники якої характеризують стійкість соняшнику до цього паразита незалежно від раси та в якійсь мірі характеризують стійкість до різних патогенів.

Вчені світу відмічають зміну активності пероксидази за ураження стійких та сприйнятливих зразків соняшнику збудником несправжньої борошнистої роси. У ході аналізу активності ферменту з використанням гваяколу як субстрату для реакції було визначено, що активність пероксидази підвищується за умов ураження патогеном. При цьому показники стійких зразків соняшнику перевищують показники сприйнятливих [7]. Це, вірогідно, пов'язано із окислювальним стресом, причиною якого є інфекція рослини, та є наслідком активації антиоксидантного захисту [8].

Щодо соняшнику, то за деякими даними встановлена вища активність пероксидази у стійких до вовчка рослин після ураження їх збудником вовчка у порівнянні зі здоровими. У сприйнятливих сортів вона майже не відрізнялась [9].

Відповідь рослин на біотичний та абіотичний стрес супроводжується вивільненням активних форм кисню, включаючи перекис водню, який виконує окремі захисні функції. Підтримання певного гомеостазу активного кисню під час біотичного та абіотичного стресу відбувається за допомогою каталази. Відомо, що активність каталази вище у стійких генотипів [10]. Активність каталази соняшнику під час біотичного стресу вивчена недостатньо.

**Мета досліджень.** Враховуючи недостатню кількість інформації про активність ферментів в рослинах соняшнику за ураження вовчком, метою роботи стало визначення активності оксидоредуктаз у різних генотипів соняшнику за умов ураження вовчком та встановити можливість прогнозування рівня стійкості зразка до вовчка за цими показниками.

**Матеріали та методи.** Матеріалом досліджень були 14-денні проростки стерильних жіночих і фертильних чоловічих ліній соняшнику та комерційних гібридів, створених на їх основі. Лінії та гібриди створені селекціонерами Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН та занесені до Державного реєстру сортів рослин України (перелік наведено в таблиці) [11,12]. Як стандарт сприйнятливості до вовчка використовували стерильну материнську

лінію Сх 908 А, селекції Інституту рослинництва ім. В. Я Юр'єва НААН, як стандарт стійкості – гібрид зарубіжної селекції PR64A71 (компанія “Pioneer DuPont”), стійкий до наявних рас вовчка.

Рослини вирощували у вегетаційних посудинах в умовах фітотрону за температури +24 – 28°C та освітленні 4000 люкс, 16-годинному фотоперіоді. У посудину із 5 кг ґрунтової суміші (3 частини чорнозему: 1 частина піску) висаджували 20–25 насінин соняшнику. Для створення штучного інфекційного фону соняшнику висаджували разом із насінням вовчка з розрахунку 1г на 5 кг ґрунту [13], яке було зібрано на території Харківської області та на сході Донецької області в Амвросіївському.

З кожного генотипу досліджували по 10 рослин. Активність оксидоредуктаз у зеленому матеріалі вимірювали спектрофотометричними методами: поліфенолоксидази (ПФО) – за швидкістю окиснення пірокатехіну, пероксидази (ПОД) – за швидкістю окиснення гваяколу [14], каталази (КАТ) – за оптичною густиною розчину комплексної сполуки молібдату амонію та перекису водню, що має жовтий колір [15].

Активність ферментів виражали в умовних одиницях на грам сирової тканини (ум.од./г.сир.тк.) та оброблювали стандартними методами варіаційної статистики за допомогою пакету програм Excel [16].

**Результати досліджень.** За результатами досліджень було встановлено, що показники активності поліфенолоксидази різнилися у різних генотипів соняшнику. Так, серед контрольних рослин (без інокуляції вовчком) найнижчі показники поліфенолоксидази в листі виявили у лінії-стандарту сприйнятливості Сх 908 А (66,9 ум.од.), що на 6 % нижче за показники лінії-стандарту стійкості. Показники фертильних чоловічих ліній загалом були на рівні стандарту стійкості, як лінії Х 114 В та Х 762 В, або перевищували його, як лінії Х 526 В, Х 711 В, Х 720 В, та на 6–17 % були вищими за показники лінії-стандарту сприйнятливості (табл.).

У дослідженнях активності ПФО в листі інокульованих вовчком рослин соняшнику фертильних чоловічих ліній та лінії-стандарту сприйнятливості спостерігалась тенденція до зниження показників ( на 2–15 % у порівнянні із контрольними рослинами). Окрім лінії-стандарту стійкості, показники якої за інокуляції підвищувались на 8 % у порівнянні із контрольними рослинами. В цілому ж показники досліджуваних ліній і стандарту стійкості були вищими за показники лінії Сх 908 А.

Дослідження активності ПФО в листі стерильних материнських ліній показали, що загальна тенденція відрізняється від чоловічих ліній. Так , серед контрольних рослин найвищі показники спостерігали у ліній Сх1006А, Сх1002А, Сх1010А, що перевищували показники лінії-стандарту сприйнятливості на 15–23 % і на 8–15 % – стандарту стійкості. Найнижчі показники активності ПФО виявили у ліній Сх1012А, Сх2111А, що перевищували показники лінії-стандарту сприйнятливості усього на 3–4 %, при цьому були на 2–3 % нижчими за стандарт стійкості.

За інокуляції показники майже всіх зразків, як і у стандарту стійкості, підвищувались на 2–17 % у порівнянні із контрольними рослинами, окрім ліній Сх1006А, Сх1010А та стандарту сприйнятливості, показники яких знижувались у порівнянні із контролем. Що стосується гібридів соняшнику,

то дослідження активності поліфенолоксидази в їх листі показали досить високий рівень у контрольних рослин, який середньому перевищує показники батьківських компонентів, а також ліній-стандартів. Активність ПФО у гібридів, створених на основі різних за стійкістю до збудника вовчка ліній мала залежність від показника активності даного ферменту в батьківських компонентів.

**Активність оксидоредуктаз у різних генотипів соняшнику за ураження вовчком**

Назва зразка	Кількість бульбочок на рослині шт.	Активність поліфенолоксид ази, ум.од./г тк.		Активність пероксидази, ум.од./г тк.		Активність каталази, ум.од./г тк.	
		Контр.	Інокул.	Контр.	Інокул.	Контр.	Інокул.
<b>Стерильні материнські лінії</b>							
Cx503A	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
Cx1002A	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
Cx1006A	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
Cx 1010A	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*
Cx1012A	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
Cx2111A	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
<b>Фертильні батьківські лінії</b>							
X114B	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
X711B	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
X720B	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
X762B	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
X526B	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
<b>Гібриди</b>							
Борей Cx503A/X114B	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 Cx908A/X762B	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 Cx1006A/X720B	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 Cx1012A/X526B	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 Cx2111A/X711B	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>Cx908A</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±0,64</b>	<b>6,5±0,7</b>

Примітка. \*Різниця між показниками дослідних зразків і стандарту сприйнятливості істотна при  $P < 0,05$

Так при схрещуванні фертильних чоловічих форм, які характеризувались дуже високою стійкістю до збудника вовчка (X762 B, X 711 B) зі стерильними жіночими формами з низьким та середнім рівнем стійкості

(Сх908А, Сх2111А), гібриди (Кий та Погляд) мали показники активності поліфенолоксидази 80,2 та 83,5 ум. од./г тк.

За інокуляції збудником вовчка показники активності ПФО у всіх досліджуваних гібридів зростали та перевищували показники контрольних рослин на 4–6 %.

Результати досліджень активності ПФО в листках рослин соняшнику показали, що у всіх досліджуваних ліній та гібридів показники активності ПФО контрольних рослин перевищували показники стандарту сприйнятливості. Це, з одного боку, підтверджує дані, отримані традиційним вегетаційним методом, та може свідчити про стійкість до паразита. Однак, з іншого боку, за цим показником складно прогнозувати стійкість до вовчка через різну реакцію на ураження паразитом у фертильних чоловічих, стерильних материнських ліній та гібридів, створених на їх основі.

У результаті досліджень активності пероксидази (ПОД) в листках різних генотипів соняшнику виявили, що показники контрольних рослин лінії-стандарту сприйнятливості перевищували показники стандарту стійкості на 37 %. При цьому показники інших ліній різнились між собою. Так, найвищий показник виявили у лінії Сх1006А, який на 18 % перевищував стандарт сприйнятливості та на 63 % стандарт стійкості. Найнижчі показники активності ПОД спостерігали у ліній Сх1010А, Сх2111А, Сх503А, які на 38–52 % були нижчими за стандарт сприйнятливості та на 14–34 % - за стандарт стійкості.

За інокуляції спостерігали загальну тенденцію до зниження показників активності ферменту. Так, наприклад, у стандарту сприйнятливості Сх908А показники знижувались на 46 % у порівнянні з контрольними рослинами. Однак, показники стандарту стійкості, як і ліній Сх1012А, Сх2111А, за інокуляції збудником вовчка не змінювались, а у ліній Сх1002А, Сх1006А, Сх503А, навпаки, 19–21 % підвищувались у порівнянні з контрольними рослинами.

Аналогічну ситуацію спостерігали аналізуючи дані активності пероксидази у фертильних чоловічих ліній. Показники контрольних рослин ліній Х114В, Х711В, Х720В перевищували показники як стандарту стійкості, так і стандарту сприйнятливості. В той же час показники ліній Х526В, Х762В навпаки, були нижчими або на рівні стандарту стійкості та значно нижчими за показник лінії-стандарту сприйнятливості.

За інокуляції збудником вовчка майже у всіх досліджених чоловічих ліній показники знижувались на 16–28 % у порівнянні з контрольними рослинами, крім лінії Х114В, показники якої підвищувались на 37 %.

У контрольних рослинах гібридів соняшнику також спостерігали велику різницю між показниками. Так, найвищі показники були у гібридів Оскіл та Борей, які на 14–36 % вищі за стандарт сприйнятливості і на 57–86 % за стандарт стійкості. Найнижчі – у гібридів Кий та Сайт, які були на 50–57 % нижчими за стандарт сприйнятливості та на 30–40 % за стандарт стійкості. За умов інокуляції збудником вовчка показники гібридів, що в контролі мали найвищу активність пероксидази, знижувались на 4–38 %, тоді як показники

тих гібридів, які в контролі мали найнижчу активність ферменту, навпаки підвищувались у 2–3 рази.

Таким чином, результати досліджень активності пероксидази у різних за стійкістю зразків сояшнику не дають можливості прогнозувати стійкість до вовчка за цим методом, однак свідчать про важливу роль пероксидази у формуванні захисних реакцій рослин сояшнику у відповідь на дію паразита.

Дослідили активність каталази в листі та коренях різних за стійкістю до вовчка генотипів сояшнику. Показники контрольних рослин стандарту сприйнятливості були суттєво нижчими (майже втричі) за показники стандарту стійкості. При цьому показники контрольних рослин стерильних материнських ліній різнилися між собою. Високу активність каталази виявили у лінії Сх503А, що в 3–4 рази більше за стандарт сприйнятливості та на 12–57 % за стандарт стійкості. Найнижчі показники активності каталази були у ліній Сх1006А та Сх1012А, що вдвічі менше за показник стандарту стійкості. В цілому ж, показники активності каталази в листках контрольних рослин всіх материнських ліній перевищували показник лінії-стандарту сприйнятливості Сх908А.

За умов інокуляції збудником вовчка спостерігали загальну тенденцію до збільшення активності ферменту. Так, у всіх досліджених материнських ліній активність каталази підвищувалась на 33–130 %, а показники ліній-стандартів стійкості та сприйнятливості збільшувались на 16 % та 47 %, відповідно.

Активність каталази в листках контрольних рослин фертильних чоловічих ліній сояшнику також варіювала, однак в цілому перевищувала показник стандарту сприйнятливості. Найвищі показники спостерігали у ліній Х720В та Х 762В, які перевищували як стандарт сприйнятливості, так і стандарт стійкості. Найнижчу активність каталази в листі контрольних рослин виявили у лінії Х 526В, що була на рівні стандарту сприйнятливості.

У листі інокульованих рослин чоловічих ліній активність каталази в цілому підвищувалась на 26 – 85 %, окрім ліній Х711В та Х762В, показники яких знижувались майже вдвічі у порівнянні з контрольними рослинами.

Аналізуючи активність каталази в листках контрольних рослин гібридів сояшнику, встановили, що їх показники значно перевищували показники стандарту сприйнятливості та в більшості випадків – і стандарту стійкості.

За умов інокуляції збудником вовчка спостерігали різну реакцію рослин на проникнення паразита. Так, та в деяких випадках, як наприклад у гібридів Погляд, Борей, Сайт, виявили зниження активності каталази в листі на 1,5–25 %, а у таких гібридів, як Кий, Оскіл, навпаки, підвищення активності ферменту на 13–22 %.

**Висновки.** З'ясовано, що інокуляція рослин сояшнику вовчком суттєво впливає на показники активності ферментів. У більшості випадків активність оксидоредуктаз значно зростає, окрім лінії-стандарту сприйнятливості, показники якої за умов враження вовчком майже не змінюються або ж суттєво знижуються. Визначено, що показники активності

поліфенолоксидази та каталази в листі контрольних рослин є на рівні стандарту стійкості, при цьому перевищують показники лінії-стандарту сприйнятливості. Це може свідчити про потенційну стійкість до вовчка. Однак показники активності пероксидази в листі контрольних рослин неоднозначні і не дають можливості прогнозувати стійкість до паразита. Встановлено, що показники активності ферментів в коренях контрольних рослин є на рівні стандарту стійкості, однак значно нижчі за показники стандарту сприйнятливості, а в деяких випадках – перевищують його. Це свідчить про те, що для визначення потенційної стійкості до вовчка доцільно брати зелений матеріал (листя, сім'ядолі).

### Література

1. Максимов И. В., Черепанова Е. А. Про-антиоксидантная система и устойчивость растений к патогенам//Успехи современной биологии. 2006. Т. 126. № 3. С. 250–261.
2. Зайчук В. Ф., Попов П. С., Калинченко Т. В. Активность полифенолоксидазы в корзинках подсолнечника//Масличные культуры. 1986. №3. С. 30.
3. Смирнов Ю. В. Активность полифенолоксидазы у растений *Helianthus annuus* L. (Compositae) при обогащении среды микроэлементами//Ботанический журнал. 1978. Вып.63. №11. С. 1636–1639.
4. Аксенова В.А., Кожанова О.Н. О механизме активирования пероксидазы у устойчивых и восприимчивых растений при заражении//Физиология растений. 1976. Т. 23. вып. 2. С. 391–396.
5. Priecina Liga, Karlina Daina. (2013). Total polyphenol, flavonoid content and antiradical activity of dried parsley (*Petroselinum crispum*), celery (*Apium graveolens*) and dill (*Anethum graveolens* L.) *Journal of international scientific publications: Agriculture and Food*, Vol. 1, part 1, 2013, pp. 279–286.
6. Колупаев Ю. Е., Карпец Ю. В. Окислительный стресс и состояние антиоксидантной системе в колеоптилях пшеницы при действии пероксида водовода и нагрева//Вісн. Харків. націон. аграрн. ун-ту. Серія Біологія. 2008. Вип. 2 (14). С. 42–52.
7. Hernandez, J. A., Diaz-Vivancos, P., Rubio, M. et al. (2006). Long-term plum pox virus infection produces an oxidative stress in a susceptible apricot, *Prunus armeniaca*, ucltivar but not in a resistant cultivar. *Physiologia Plantarum*, 2006, V. 126, Is.1, pp.140–152.
8. Колупаєв Ю.Є. Фізіолого-біохімічні механізми формування адаптивних реакцій рослин: роль активних форм кисню та іонів кальцію: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук: 03.00.12 “Фізіологія рослин”. Київ, 2007. 35 с.
9. Buze-Dragomir, L., Niculescu, M. (2010). Researches on the catalase and Peroxidase activity at sunflower plants, infected by phytopatogenic. *Annals of the University of Craiova*, 2010, Vol. 15, pp.1–8.
10. Magbanua, Z. V., Moraes, C. M., Brooks, T. D. et al. (2007). Is catalase activity one of the factors associated with maize resistance to *Aspergillus flavus*?

*Mol. Plant Microbe Interact*, 2007, V. 20, no. 6, pp. 697–706.

11. Каталог гібридів соняшнику селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва/ Кириченко В. В., Макляк К. М., Коломацька В. П. та ін. Харків, 2010. 44с.

12. Каталог рабочей коллекции самоопыленных линий подсолнечника Института растениеводства им. В. Я. Юрьева / В. В. Кириченко, З. К. Аладьина, А. Д. Гуменюк и др. Харьков, 1996. 88 с.

13. Панченко А. Я., Антонова Т. С. Особенности защитной реакции устойчивых форм подсолнечника на внедрение заразики//Сельскохозяйственная биология. Том 9. №4. 1974. С. 554–557.

14. Ермаков А. И. Методы биохимического исследования растений. Л: Колос, 1987. 430с.

15. Goth, L. (1991). A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference range. *Clinica chimica acta*. No. 196. 1991. pp. 143–152.

16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 416 с.

## References

1. Maksymov, Y.V., Cherepanova, E.A. (2006). Pro-antioxidant system and the plant resistance to pathogens. *Successes of modern biology*, 2006, T. 126, № 3, pp. 250–261. (in Russian)

2. Zaichuk, V.F., Popov, P.S., Kalynchenko, T.V. (1986). The activity of the polyphenoloxidase in sunflower antheridia. *Oil crops*, 1986, №3, P.30. (in Russian)

3. Smyrnov, Yu.V. Polyphenoloxidase activity in *Helianthus annuus* L. (Compositae) plants at enrichment medium with microelements. *Botanical journal*, 1978, Is. 63, №11, pp.1636–1639. (in Russian)

4. Aksenova, V.A., Kozhanova, O.N. (1976). On the mechanism of peroxidase activation in resistant and susceptible plants during infection. *Plant physiology*, 1976, T. 23, Is. 2, pp. 391–396. (in Russian)

5. Priecina Liga, Karlina Daina. (2013). Total polyphenol, flavonoid content and antiradical activity of dried parsley (*Petroselinum crispum*), celery (*Apium graveolens*) and dill (*Anethum graveolens* L.). *Journal of international scientific publications: Agriculture and Food*, Vol. 1, part 1, 2013, pp. 279–286.

6. Kolupaev, Yu.E., Karpets, Yu.V. (2008). Oxidative stress and antioxidant system in wheat coleoptiles under the peroxide action and heating. *Kharkiv national agrarian university annals. Biology Series*, 2008, Is. 2 (14), pp. 42–52. (in Russian)

7. Hernandez, J. A., Diaz-Vivancos, P., Rubio, M. et al. (2006). Long-term plum pox virus infection produces an oxidative stress in a susceptible apricot, *Prunus armeniaca*, cultivar but not in a resistant cultivar. *Physiologia Plantarum*, 2006, V. 126, Is.1, pp.140–152.

8. Kolupaiev, Yu.Ye. (2007). Physiological and biochemical mechanisms of plant adaptive responses: the role of reactive oxygen and calcium ions: *avtoref. of*



dis. to obtain the degree of D. Sc.: 03.00.12 "Plant physiology. Kyiv, 2007. 35 p. (in Ukrainian)

9. Buze-Dragomir, L., Niculescu, M. (2010). Researches on the catalase and Peroxidase activity at sunflower plants, infected by phytopatogenic. *Annals of the University of Craiova*, 2010, Vol. 15, pp. 1–8.

10. Magbanua, Z. V., Moraes, C. M., Brooks, T. D. et al. (2007). Is catalase activity one of the factors associated with maize resistance to *Aspergillus flavus*? *Mol. Plant Microbe Interact*, 2007, V. 20, no. 6, pp. 697–706.

11. Kyrychenko, V. V., Makliak, K. M., Kolomatska, V. P. et al. (2010). Catalog of sunflower hybrids produced by Yuriev Plant Production Institute. Kharkiv, 2010. 44 p. (in Ukrainian)

12. Kyrychenko, V. V., Aladyna, Z. K., Humeniuk, A. D. et al. (1996). Catalog of labor collection of inbred sunflower lines produced by Yuriev Plant Production Institute. Kharkov, 1996. 88 p. (in Russian)

13. Panchenko, A. Ya., Antonova, T. S. (1974). Peculiarities of resistant sunflower samples protective reaction to the introduction of broomrape. *Agricultural biology*, Tom 9, №4, 1974, pp.554–557. (in Russian)

14. Ermakov A. Y. (1987). *Methods of Biochemical Plant Research*. L: Kolos, 1987. 430 p. (in Russian)

15. Goth, L. (1991). A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference range. *Clinica chimica acta*. No. 196. 1991. pp. 143–152.

16. Dospekhov, B. A. (1979). *Methods of field experiment (with statistical processing basics of research results)*. Moscow: Kolos, 1979. 416 p. (in Russian).

Одержано 26. 10. 2016

#### Аннотация

**Сахно Т. В., Петренко В. П.**

**Активность оксидоредуктаз у линий и гибридов подсолнечника при поражении заразихой**

В статье приведены данные об активности оксидоредуктаз у линий и гибридов подсолнечника при поражении заразихой. Среди них основными являются полифенолоксидаза, пероксидаза и каталаза. Они играют важную роль в формировании устойчивости подсолнечника к заразихе, нейтрализуя активные формы кислорода, образующиеся при стрессе.

Учитывая недостаточное количество информации об активности ферментов в растениях подсолнечника при поражении заразихой, целью работы стало определение активности оксидоредуктаз у разных генотипов подсолнечника в условиях поражения заразихой и установить возможность прогнозирования уровня устойчивости образца к заразихе по этим показателям.

Материалом для исследований стали линии и гибриды селекции Института растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН. Как стандарт устойчивости к заразихе использовали зарубежный гибрид, как стандарт восприимчивости – линию Sx 908 А. Растения выращивали в вегетационных сосудах в условиях теплицы. Для создания искусственного инфекционного фона растения инокулировали семенами заразихи, собранными на территории Харьковской и Донецкой областей Украины. Инокуляцию проводили с расчетом 1 г семян заразихи на 5 кг почвы. Активность ферментов определяли спектрофотометрическим методом.

Показано, что активность ферментов у большинства образцов при инокуляции заразихой значительно возрастает, кроме линии-стандарта восприимчивости, показатели которой при поражении заразихой снижаются. Показатели активности

полифенолоксидазы и каталазы могут свидетельствовать о потенциальной устойчивости образца подсолнечника к заразице, однако показатели активности пероксидазы менее информативны.

**Ключевые слова:** оксидоредуктазы, устойчивость, линия, гибрид, заразица.

#### **Annotation**

**Sakhno T. V., Petrenkova V. P.**

#### **The oxidoreductases activity in sunflower lines and hybrids during the broomrape infection**

The article presents data of the oxidoreductases activity in sunflower lines and hybrids during the broomrape infection. Among them the main are polyphenoloxidase, peroxidase and catalase. They play an important role in developing of sunflower resistance to broomrape, by neutralizing reactive oxygen forms generated during stress.

Considering the lack of information on the enzymes activity in sunflower plants infected with broomrape, the aim of the study was to determine the activity of the oxidoreductases in different sunflower genotypes infected with broomrape and the opportunity of forecasting the sample resistance level to broomrape on these parameters.

The inbred lines and hybrids of Yuriev Plant Production Institute of NAAS were used as a material for the research. The foreign hybrid PR64A71 was used as a resistant standard sample, line Cx 908 A – as a susceptible one. Plants were grown in pots under a greenhouse conditions. To create an artificial infectious background plants were inoculated with broomrape seeds collected on the Kharkiv and Donetsk regions territory of Ukraine. The inoculation was carried out using 1 g broomrape seeds for each 5 kg of soil. The enzyme activity was determined by spectrophotometry.

It was shown that the enzymes activity in the majority of the samples that were inoculated with broomrape increases significantly but the standard susceptible line, which parameters were reduced in during the broomrape infection. The activity of polyphenoloxidase and catalase may be indicative of the potential resistance of sunflower samples to broomrape, though the peroxidase activity is less informative.

**Key words:** oxidoreductases, stability, line, hybrid, broomrape.

**УДК 635.261**

## **ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ЦИБУЛІ ПОРЕЙ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ**

**Г.Я. Слободяник, кандидат сільськогосподарських наук**

**А.Г. Тернавський, кандидат сільськогосподарських наук**

**Уманський національний університет садівництва**

**В.І. Войцехівський, кандидат сільськогосподарських наук**

**Національний університет біоресурсів і природокористування України**

Наведено результати оцінювання впливу кореневого підживлення мінеральними добривами з умістом  $N_{40}$ ,  $P_{40}$  і  $K_{40}$  на ростові процеси та врожайність сортів цибулі порей Голіас і Колумбус в умовах південної частини Правобережного Лісостепу.

**Ключові слова:** цибуля порей, сорт, підживлення, несправжнє стебло, врожайність.

**Постановка проблеми.** Для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур важливе значення мають мінеральні добрива. Проте, нераціональне тривале їх використання призводить до погіршення вбирного комплексу ґрунту [1]. Наявні у ґрунті поживні речовини