

ВПЛИВ АЛЬТЕРНАРІОЗНОГО ЧОРНОГО ЗАРОДКУ НА ВМІСТ БІЛКУ ТА КЛЕЙКОВИНИ У ЗЕРНІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

К. О. Карпенко, аспірант

В. А. Власенко, д.с.-г.н., професор

Т. О. Рожкова, к.б.н., доцент

Сумський національний аграрний університет

Проведено біологічний аналіз зерна пшениці озимої. Наведені результати з вивчення впливу ураженого чорним зародком зерна на його якісні показники – вміст білку та клейковини. Виявлено, що альтернаріоз зерна призводить до зміни якісного складу насіння.

Ключові слова: пшениця озима, альтернаріоз, білок, клейковина, зерно, гриби, ураження, сприйнятливність.

Постановка проблеми. Пшениця озима є однією з найпоширеніших та найважливіших продовольчих культур на земній кулі, цінність зерна якої визначається високим вмістом білка, жиру та вуглеводів. За вмістом білка пшениця озима перевершує всі зернові. Пшеничне борошно широко використовується в хлібопеченні та кондитерській промисловості [1].

Значною мірою зниження врожайності обумовлено впливом хвороб посівного матеріалу. Серед хвороб зерна пшениці озимої в Україні альтернаріоз належать до однієї з найпоширеніших. Ареал хвороби повністю охоплює всі зони вирощування пшениці і, як правило, проявляється на посівах щорічно. Основна небезпека, яку криє у собі присутність роду *Alternaria* в зерні, – "забруднення" сільськогосподарської продукції вторинними метаболітами гриба, токсичними для рослин, тварин і людини. Токсини *Alternaria sp.* можуть бути тератогенні, токсичні для ембріонів або викликати гематологічні захворювання, а їх концентрація в продукції рослинництва часом досягає істотних величин. Неодноразово спеціальні дослідження насіння злаків приводили до виявлення там токсинів *Alternaria sp.* У першу чергу такі метаболіти, як альтернаріол, монометіловий ефір альтернаріола і тенуазонова кислота, були виявлені в зерні пшениці в Європі [4, 8, 11].

Шкідливість патогенів, які уражують зерно, потенційно може полягати в зменшенні маси врожаю та у зниженні споживчих і посівних якостей насіння [3]. Види *Alternaria*, заражаючи зерно, не впливають на його масу. Інфіковане альтернаріозом зерно, зазвичай, крупне й добре виповнене, має нормальну схожість і проростає без видимих ознак захворювання [4, 5, 8], на відміну від зерна, ураженого *Helminthosporium sativum*. Візуально його можна легко відокремити, тому що воно плюскле, недорозвинене, має низьку енергію проростання та низьку масу 1000 зерен. Але у Сумській області цей збудник зустрічається вкрай рідко.

Чорний зародок – інфекційна хвороба багатьох культурних і диких злаків, яка спричиняється не одним певним збудником, а багатьма мікроорганізмами. Хвороба відмічена в 1901 році в Італії Л. Пелліоном під назвою «runtatura», в 1911 році описана на території Сполучених Шта-

тів Північної Америки під назвою «black point» і в 1920-му на території Африки під назвою «mouchetage». На пшениці хвороба вперше була описана в СРСР в 1932 році, коли проявилися найбільш характерні її ознаки – почорніння або побуріння оболонки зерна в зоні зародка. У зв'язку з цим захворювання отримало своєрідну назву – чорний зародок [2, 9].

За літературними даними [2, 5, 11], найчастіше збудниками чорного зародку є гриби з родів *Alternaria*, *Helminthosporium sativum* (син. *Bipolaris sorokiniana* Shoemaker), а також супутніх *Fusarium*, *Penicillium*, *Cladosporium* і бактерії.

Відомо, що у зерні пшениці озимої міститься 10-15% білка, 49-75% крохмалю, в середньому по 3% цукрів та жирів і 2-3% зольних речовин. Загальна кількість вуглеводів у ньому може сягати 80%. Найважливішим компонентом зерна є клейковина, яка забезпечує рихлість тіста і в свою чергу має, в основному, білкову структуру. За даними А.Б. Ковалишина [12], у зернівках із чорним зародком вміст білка та сирової клейковини зростає відповідно на 6 та 8%, а крохмалю і водорозчинних цукрів – на 1 і 13% відповідно.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інформація про вплив *Alternaria sp.* на харчові якості зерна суперечлива. Деякими дослідниками відзначено зниження хлібопекарських якостей борошна, завдяки амілазній та протеолітичній активності патогену. На думку інших авторів, зв'язок між ураженістю пшениці видами *Alternaria* та біохімічними показниками зерна і борошна (в т.ч. вмістом білків) відсутній [2, 4]. Тому, для вирішення цього питання ми провели відповідні дослідження.

Формулювання цілей статті. Мета наших досліджень полягає у визначенні впливу ураженості зерна пшениці озимої альтернаріозом на вміст у ньому білку та клейковини.

Вихідний матеріал, умови та методика проведення досліджень. Для проведення фітопатологічної експертизи використане зерно врожаю 2014 та 2015 років. До лабораторних досліджень були залучені 5 сучасних сортів української селекції (Розкішна, Гордовита, Волошкова, Відрада та Артеміда), занесених до Державного реєстру сортів рослин, селекції Інституту рос-

линництва ім. В.Я. Юр'єва НААНУ, Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла НААН, Інституту фізіології рослин і генетики НАН України та Інституту кормів НААН відповідно [10].

Зразки зерна були вирощені у зоні Центрального Лісостепу в умовах навчально-науково виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету (далі – ННБК СНАУ) у м. Суми.

Лабораторні дослідження з визначення патології зерна проводили в умовах Сумського НАУ на кафедрі захисту рослин ім. доцента А.К. Мішньова. Аналіз на грибну інфекцію виконували згідно ДСТУ 4138-2002. Фітопатологічна експертиза проводилася через 2-4 місяці після збору врожаю. Для отримання достовірних даних ми відбирали по 100 зернівок кожного сорту у чотирікратній повторюваності. Перед висівом на поживне середовище зерно дезинфікували 0,5 % розчином перманганату калію впродовж п'яти хвилин, після чого промивали холодною стерильною водою і просушували на стерильному фільтрувальному папері. Чашки Петрі інкубували при температурі 20 °С упродовж семи діб. Ідентифікацію збудників здійснювали за морфологіч-

ними особливостями патогенів (спорношенням та конідіями). Виділення у чисту культуру та ідентифікацію видів грибів проводили відповідно до методики В.І. Білай [7].

Для визначення вмісту клейковини з середньої проби відбирали 30-50 г пшениці. Зерно розмелювали, ретельно перемішували і брали наважку 25 г, доливали 14 мл води і замішували тісто. Тісто скачували у кульку, клали його у посудину, закривали склом і залишали у такому стані на 20 хв для набухання білків. Через 20 хв. у воді клейковину промивали над ситом, спочатку обережно, а потім більш інтенсивно. Відмивання клейковини проводили згідно ГОСТ 13586.1-68. Клейковину промивали до одержання чистої води. Після того, як вона починала прилипати до рук зважували, а потім промивали, поки різниця між результатами зважування не перевищувала 0,1 г. Визначення вмісту білку проводили за допомогою приладу «Інфраскан».

Виклад основного матеріалу. Було відібрано 5 сортів пшениці озимої, вирощених в умовах ННБК СНАУ, і проведено біологічний аналіз зерна. Результати фітопатологічної експертизи представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Результати фітопатологічної експертизи зразків зерна пшениці озимої за 2014-2015 рр.

Сорт	<i>Alternaria</i> sp., %		Інші види, %		Уражене насіння, %	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Розкішна	55,0	59,5	14,0	9,0	69,0	68,5
Гордовита	33,0	60,0	9,0	7,5	42,0	67,5
Волошкова	35,0	49,5	4,0	3,5	39,0	53,0
Відрада	61,0	75,0	9,0	7,5	70,0	82,5
Артеміда	44,5	47,0	7,0	4,5	51,5	51,5

З таблиці 1 видно, що ураження сортів чорним зародком було вищим у 2015 році. Особливо це помітно у сорту Гордовита, який майже вдвічі сильніше був інфікований альтернаріозом у 2015 році, ніж у попередньому. Такі сорти як Відрада та Волошкова виявилися інфікованими майже на 14% сильніше за попередній рік. Сорти Розкішна та Артеміда теж були сильніше уражені, але на 3-4%.

Оцінюючи дані, представлені у таблиці 1, можна відмітити менший розвиток інших представників насінневих хвороб. Так, наприклад, у сорту Розкішна чисельність інших видів, які викликають патологію зерна, у 2015 році знизилася

на 5 % порівняно з 2014 роком, у Артеміда – на 2,5 %, у Гордовита та Відрада – на 1,5 %, у сорту Волошкова – на 0,5 % відповідно. Опираючись на дані таблиці 1, варто відмітити, що найменш стійкими до альтернаріозу виявився сорт Відрада.

Для досягнення мети нашого дослідження, одним із завдань було виявлення впливу альтернаріозу на вміст білку та клейковини у зерні. Для цього з кожного сорту відібрали тільки ті зернівки, які мали візуальні прояви чорного зародку. Дослідивши такий матеріал отримали дані (табл. 2), що свідчать про дещо вищий вміст білку та клейковини у них.

Таблиця 2

Вміст білку та сирій клейковини у зерні пшениці озимої за 2014-2015 рр.

Сорт	Білок, %						Клейковина, %					
	2014 р.			2015 р.			2014 р.			2015 р.		
	Загальна проба	із чорним зародком	Відхилення, +/-	Загальна проба	із чорним зародком	Відхилення, +/-	Загальна проба	із чорним зародком	Відхилення, +/-	Загальна проба	із чорним зародком	Відхилення, +/-
Розкішна	13,7	14,5	0,8	14,5	15,3	0,8	22,6	25,0	2,4	30,5	32,3	1,8
Гордовита	13,9	14,6	0,7	13,9	14,7	0,8	21,4	23,6	2,2	33,1	35,0	1,9
Волошкова	14,6	15,2	0,6	13,7	14,3	0,6	24,8	26,5	1,7	30,5	32,1	1,6
Відрада	14,3	14,9	0,6	13,2	13,6	0,4	23,6	25,1	1,5	27,4	28,7	1,3
Артеміда	13,7	14,5	0,8	12,8	13,7	0,9	20,1	21,9	1,8	21,3	22,7	1,4
Середнє	14,0	14,7	0,7	13,6	14,3	0,7	22,5	24,4	1,9	28,6	30,2	1,6

За 2014-2015 роки були проведені дослідження щодо вмісту в зерні пшениці озимої білку та клейковини. Середній показник білку по сортах у 2014 році склав 14,0 % і 13,6 % у 2015 році відповідно. Середній показник вмісту сирової клейковини за 2014 рік склав 22,5 % і 28,6 % у 2015 році відповідно. Відібране зерно з видимими проявами хвороби відрізнялося від умовно здорового. Середній показник білку для сортів склав 14,7 % (у 2014 році) та 14,3 % (у 2015 році). Загалом вміст білку у відібраному зерні за два роки стабільно був вищим на 0,7 %. Вміст клейковини теж був вищим. Показники її коливалися і за 2014 рік підвищення її кількості у відібраному зерні склало 1,9 %, а у 2015 році – 1,6 %.

Збільшення кількості білка у насінні із чорним зародком поки що остаточно не вивчено, але

є припущення, що підвищення його кількості зумовлено міцелієм гриба, який має білкову структуру [12].

Висновки. За результатами досліджень виявлено, що захворювання «чорний зародок» у зоні Центрального Лісостепу викликається переважно грибами з роду *Alternaria*. Серед досліджуваних зразків сорт Відрада виявився найменш стійким до захворювання. У зернівках з чорним зародком вміст білку в середньому зростає на 0,7 %, також збільшувався вміст сирової клейковини у 2014 році на 1,9 % та на 1,6 % у 2015 році відповідно, порівняно з зерном без візуальних проявів хвороби.

У перспективі подальших досліджень планується провести ідентифікацію видового складу роду *Alternaria* Ness.

Список використаної літератури:

1. Зінченко О. І. Рослинництво: підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко – К. : Аграрна освіта, 2001. – 91 с.
2. Ганнибал Ф. Б. Виды рода *Alternaria* в семенах зерновых культур в России / Ф. Б. Ганнибал // Микология и фитопатология. – 2008. – Т. 42, вып. 4. – С. 359-368.
3. Казаков Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е. Д. Казаков, Л. В. Кретович. – М. : ВО «Агропромиздат», 1989. – 367 с.
4. Ганнибал Ф. Б. Мелкоспоровые виды рода *Alternaria* на злаках / Ф. Б. Ганнибал // Микология и фитопатология. – 2004. – Т. 38, вып. 3 – С. 19-28.
5. Городилова Л. М. Почернение зародыша – заболевание зерна пшеницы на Севере Казахстана / Л. М. Городилова, Н. С. Шумилова // Материалы X научной конференции по вопросам с.-х. производства. – Целиноград, 1969. – С. 200-203.
6. Дерменко О. П. Фітотоксичність грибів – збудників хвороб насіння озимої пшениці / О. П. Дерменко // Карантин і захист рослин. – 2010. – №6. – С. 8.
7. Билай В. И. Основы общей микологии. 2-е изд. перераб и доп. / В. И. Билай. – К. : Вища школа, 1980. – 360 с.
8. Рожкова Т.О. Насіннева інфекція пшениці озимої у Поліссі України / Т.О. Рожкова, В.І. Татарінова, А.О. Дмитрівська [та ін.] // Вісник СНАУ. – 2013. – Вип. 3 (25). – С. 23-26.
9. Vučković Jovana N. *Alternaria* spp. on small grains / Jovana N. Vučković and other // Food and Feed Research Journal of the Institute for Food Technology in Novi Sad – online [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.fins.uns.ac.rs/index.php?page=ffr&hl=sr>.
10. Каталог сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2006 році / ред. О. М. Гончар; Держ. служба з охорони прав на сорти рослин, Укр. ін-т експертизи сортів рослин. – К., 2006. – 355 с.
11. Ретьман С. В. Альтернариоз зерна пшениці / С. В. Ретьман, Т. М. Кислих // Карантин і захист рослин. – 2010. – №10. – С. 2-3.
12. Ковалишин А. Б. Хвороби зерна та його якість / А. Б. Ковалишин // Карантин і захист рослин. – 2011. – № 10. – С. 1-2.

ВЛИЯНИЕ АЛЬТЕРНАРИОЗНОГО ЧЕРНОГО ЗАРОДЫША НА СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И КЛЕЙКОВИНЫ В ЗЕРНЕ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ

Е. А. Карпенко, В. А. Власенко, Т. А. Рожкова

Проведен биологический анализ зерна пшеницы озимой. Приводятся результаты по изучению влияния поражённого зерна чёрным зародышем на его качественные показатели - содержание белка и клейковины. Определено, что альтернариоз приводит к изменению качественного состава зерна.

Ключевые слова: пшеница озимая, альтернариоз, белок, клейковина, зерно, грибы, поражение, восприимчивость.

INFLUENCE ALTERNARIA BLACK POINT AT CONTENT PROTEIN AND GLUTEN IN THE KERNEL OF WINTER WHEAT

K. O. Karpenko, V. A. Vlasenko, T. O. Rozhkova

Biological analysis of winter wheat kernel been done. It is set that grain diseases draw the change of maintenance of albumens and gluten. Research the influence were directional of the damage of winter wheat

kernel *Alternaria* on its quality indicators.

Key words: winter wheat, *Alternaria*, protein, gluten, kernel, fungi, damage, susceptibility.

Рецензент: Троценко В.І.

УДК 632.954:633.15

ОКИСНО-ВІДНОВНА АКТИВНІСТЬ ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНІВ РОСЛИН НАСТУПНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ЗА ПІСЛЯДІЇ ГЕРБІЦИДНОЇ ОБРОБКИ

Г. С. Россихіна-Галича, м.н.с., НДІ біології

Ю. В. Лихолат, д.б.н., професор

О. А. Яценко, магістр

Дніпропетровський національний університет ім. Олеса Гончара

У листках проростків кукурудзи, вирощених із зібраних в оброблених гербіцидами агроценозах, встановлено посилення активності антиоксидантних ферментів (супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза), накопичення ТБК-активних продуктів для гібриду Кадр 267МВ та зниження їх вмісту для гібриду Оржиця 237МВ. Виявлений комплекс метаболічних змін оцінений як прояв післядії гербіцидів.

Ключові слова: кукурудза, гербіциди, післядія, окиснювальний стрес, пероксидне окиснення ліпідів, антиоксидантні ферменти.

Постановка проблеми. На сьогоднішній час відомо, що культурні рослини не належать до цільових об'єктів дії гербіцидів. Проте в умовах агроценозу зазнають їх фітотоксичного впливу, який супроводжується змінами росту й розвитку рослин, функціонування фотосинтетичного апарату [1], різноспрямованими порушеннями фізіологічних процесів [2], інтенсифікацією процесів ліпопероксидації [3] й коливаннями активності захисних ферментів [4], змінами структури врожаю та якості зерна [5]. Відзначено, що не зважаючи на широкий спектр діючих речовин та механізмів дії гербіцидів різних класів, їх проникнення у рослинні клітини спричинює виникнення та розвиток окисного стресу. Дослідженнями останніх років показано наявність ознак індукованого окиснювального стресу у цілому ряду оброблених гербіцидами культурних рослин, зокрема, за обробки гліфосатом у проростках гороху [6], за дії галоксифоп-метилу у меристемі коренів кукурудзи [7], за впливу гербіциду гранстар у листках пшениці, жита та кукурудзи [8], за обробки препаратів харнес, фронт'єр, мерлін у рослинах кукурудзи [3]. Зареєстровані також віддалені наслідки впливу гербіцидів – похідних галоїдфеноксикислот, які проявляються у змінах геному відзначені у роботі В. П. Деевої [9], похідних сульфонілсечовини й ауксиноподібних препаратів на окисно-відновну рівновагу [10]. Проте ефекти післядії обробки посівів препаратами інших класів вивчені недостатньо.

Відомо, що вміст продуктів ПОЛ є чутливим індикатором інтенсивності дії стресових чинників на рослинні організми. Ці сполуки здатні взаємодіяти із вільними аміногрупами білків, компонентами фосфоліпідів, ініціювати появу в мембранах етилену і порушувати окисно-відновний гомеостаз організму [11, 12]. Підтримку процесів ПОЛ на необхідному і одночасно безпечному для клітин

рівні забезпечує багатокомпонентна антиоксидантна система захисту, до складу якої входять ферментативні (супероксиддисмутаза (СОД), каталаза, пероксидази) компоненти. Існує припущення, що антиоксиданти – критичні компоненти захисту рослин від окисного стресу, тобто від їх стану залежить подальша доля клітин і тканин за стресового впливу [12].

У даній роботі ми мали на меті вивчити у необроблених гербіцидами рослинах кукурудзи другої генерації особливості накопичення прооксидантів, функціонування ферментів антиоксидантного захисту, які характеризують ефекти післядії гербіцидної обробки материнських рослин в агроценозах.

Вихідний матеріал, методика та умови проведення досліджень. Об'єктами дослідження були проростки кукурудзи (*Zea mays* L., гібриду Кадр 267МВ, Оржиця 237МВ), вирощені з насіння, зібраного в агроценозах, оброблених гербіцидами у таких дозах: амінна сіль 2,4-Д – 1,0 л/га; естерон – 0,8 л/га; базагран – 3,0 л/га; камбіо – 2,5 л/га; харнес – 2,5 л/га + діален С – 2,5 л/га; аденго – 1,0 л/га; стелар – 1,25 л/га. Контрольне насіння збирали в необроблених гербіцидами агроценозах. Зерно кукурудзи пророщували на дистильованій воді протягом 7 діб за лабораторних умов і природному освітленні, з усереднених зразків листків і коренів проростків отримували рослинні екстракти, які центрифугували 20 хвилин при 16000 об./хв., після чого в супернатантах визначали показники з використанням фотоелектроколориметра КФК-2МП.

Уміст ТБК-активних продуктів визначали за [13] і виражали в нмоль/хв·г сирої ваги. Активність супероксиддисмутази (СОД) визначали за рівнем гальмування процесу відновлення нітросинього тетразолію (НСТ) в присутності НАДН і феназинметасульфату згідно з [14]. Активності