

УМАНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГЕРАСЬКО ТЕТЯНА ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 633.11: 577.12.1

**ВПЛИВ АНТИОКСИДАНТІВ НА ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ
РЕАКЦІЇ РОСЛИН ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ**

03.00.12 – фізіологія рослин

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Умань – 2008

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Таврійському державному агротехнологічному університеті Міністерства аграрної політики України.

Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор
КАЛИТКА Валентина Василівна,
Таврійський державний агротехнологічний
університет, завідувач кафедри загального
землеробства

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, професор
СИЛАЄВА Алла Михайлівна,
Інститут садівництва УААН,
головний науковий співробітник;

кандидат біологічних наук
СИТАР Оксана Володимирівна,
Київський національний університет ім. Тараса
Шевченка, науковий співробітник кафедри
фізіології та екології рослин

Захист відбудеться 3 квітня 2008 р. об 11.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 74.844.02 в Уманському державному аграрному університеті за адресою: вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., Україна, 20305.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Уманського державного аграрного університету за адресою: вул. Давиденка, 2, м. Умань.

Автореферат розісланий 27 лютого 2008 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА



В.П. Карпенко
РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасні сорти пшениці озимої характеризуються високим потенціалом продуктивності (Литвиненко М.А., 2001). Однак забруднення оточуючого середовища радіоактивними ізотопами, важкими металами і пестицидами, глобальні зміни клімату, що спостерігаються в останні роки, еволюційні процеси в популяціях шкідливих організмів зменшують стійкість рослин до абіотичних та біотичних стресів (Санін С.С., 2000), через це виробництво зерна пшениці озимої поки що нестабільне: коливання врожайності становлять понад 50 ц/га (Уліч О.Л., 1999). Фізіолого-біохімічні дослідження показали, що до неспецифічних реакцій рослинного організму на стрес належить посилене утворення активних форм кисню, які ініціюють пероксидне окиснення ліпідів (Тарчевський І.А., 2002). Введення екзогенних антиоксидантів захищає клітини, тканини і весь організм від негативних прооксидантних впливів, підвищує стійкість проти біотичних та абіотичних стресів, урожайність рослин (Жук О.І. та ін., 2002; Нижник Т.П. та ін., 2004; Куриленко І.М., Палладіна Т. О., 2005), але разом з тим може обмежувати їхні адаптаційні можливості (Артюшенко П.М., 2003), посилювати інгібуючу дію пестицидів на ростові процеси на ранніх етапах розвитку (Біляновська Т.М. та ін., 1998). На даний час питання впливу екзогенних антиоксидантів на фізіолого-біохімічні

процеси та урожайність сільськогосподарських рослин є недостатньо вивченим, що обумовило вибір теми дисертаційної роботи і визначило основні напрямки наших досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі загального землеробства за планом науково-дослідних робіт Таврійського державного агротехнологічного університету за темою: «Фізіолого-біохімічні механізми впливу антиоксидантів на якісні та кількісні показники виробництва та зберігання сільськогосподарської продукції» (державний реєстраційний № 0102U000693) згідно з державною науково-технічною програмою «Виробництво, переробка та зберігання сільськогосподарської продукції».

Мета і завдання досліджень. Метою роботи було з'ясувати вплив передпосівної інкрустації насіння пшениці озимої антиоксидантами на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах, стійкість рослин до біотичних і абіотичних стресів, урожайність та якість зерна.

Завданням досліджень було встановити вплив різних концентрацій комплексного антиоксидантного препарату АОК-М на: інтенсивність процесів ліпопероксидації, активність антиоксидантних ферментів та вміст низькомолекулярних антиоксидантів; стан пігментного комплексу; ступінь ушкодження клітинних мембран листків та виживання проростків за дії негативних температур; зараженість фітопатогенами насіння, ступінь ураження хворобами; енергію проростання, схожість, силу росту насіння; урожайність, продовольчу та посівну якість зерна; економічну ефективність вирощування пшениці озимої.

Об'єкт досліджень — фізіолого-біохімічні процеси в рослинах пшениці озимої як основа формування стійкості проти негативних біотичних та абіотичних факторів, продуктивності та якості зерна за дії антиоксидантів.

Предмет досліджень — препарат АОК-М (комплекс антиоксидантів іонолу та диметилсульфоксиду на поліетиленоксидній матриці) та його вплив на інтенсивність процесів ліпопероксидації, активність антиоксидантних ферментів та вміст низькомолекулярних антиоксидантів; стан пігментного комплексу; морозостійкість проростків; зараженість фітопатогенами насіння, ступінь ураження хворобами; урожайність та якість зерна пшениці озимої.

Методи досліджень — системний аналіз загальної фізіологічної реакції рослин; морфометричний, фенологічний — для дослідження росту і розвитку рослин (вегетаційні та польові досліді); біохімічні — для визначення інтенсивності перекисних процесів, активності системи антиоксидантного захисту, продовольчих якостей зерна (лабораторні досліді); статистичний — для оцінки достовірності отриманих результатів; економіко-математичний — для встановлення економічної ефективності застосування препарату АОК-М.

Наукова новизна одержаних результатів. Одержані результати поглиблюють сучасні уявлення про особливості вільнорадикального пероксидного окиснення ліпідів та функціонування систем антиоксидантного захисту в рослинах озимої пшениці в онтогенезі і в проростках за дії негативних температур та екзогенних антиоксидантів і можуть бути використані під час вивчення фізіології та біохімії сільськогосподарських рослин і створення нових синтетичних біорегуляторів. Уперше встановлено, що комплекс антиоксидантів (іонол, диметилсульфоксид) і плівкоуворювачів (поліетиленоксидів) — препарат АОК-М в концентрації 0,004% стимулює ростові процеси та підвищує продуктивність пшениці озимої, стійкість до хвороб та покращує якість зерна. Доведено, що посилення ростових процесів у рослин у разі передпосівної інкрустації насіння АОК-М обумовлено стимулюючою дією антиоксидантів на ферментативну активність супероксиддисмутази, каталази, пероксидази та зниженням інтенсивності процесів ліпопероксидації в рослинах пшениці озимої. Уперше показано, що антиоксиданти у низьких концентраціях ($10^{-6}M$), які не мають значного антиоксидантного ефекту за нормальних умов онтогенезу, знижують інтенсивність перекисних процесів, стимулюють активність антиоксидантних ферментів, знижують ушкодження мембран і стимулюють збільшення вмісту відновлюючих цукрів у проростках пшениці озимої за умов холодового загартування та негативних температур.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено спосіб передпосівної інкрустації насіння пшениці озимої препаратом АОК-М, який підвищує морозостійкість проростків; забезпечує ефективний захист рослин від комплексу хвороб при зниженні норми протруйника, підвищення інтенсивності росту на ранніх етапах онтогенезу та врожайності. Економічний ефект від використання препарату АОК-М склав 349 грн/га за рахунок зниження собівартості зерна на 61 грн/т і підвищення рентабельності вирощування озимої пшениці на 13%.

Особистий внесок здобувача полягає у формулюванні мети та завдань дослідження, проведенні польових та лабораторних дослідів, статистичній обробці матеріалів, аналізі та узагальненні отриманих даних, апробації та підготовці до друку результатів, підборі літературних відомостей, написанні та оформленні дисертації. Методологія та схема дослідження були відпрацьовані спільно з науковим керівником.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на 1X Українському біохімічному з'їзді (м. Харків, 2006 р.), Міжнародній науково-практичній конференції "Методи, шляхи та способи поліпшення якості продукції рослинництва" (м. Полтава, 2004 р.), Міжнародній науково-практичній конференції "Дні науки '2005" (м. Дніпропетровськ, 2005 р.), Міжнародній науково-практичній конференції "Стан і перспективи розвитку переробної галузі АПК" (Мелітополь — Кирилівка, 2005 р.), Всеукраїнському науково-практичному семінарі "Використання агробіологічного комплексу вищого навчального закладу в системі професійної підготовки студентів" (м. Мелітополь, 2005 р.), науково-практичних конференціях Таврійського агротехнологічного університету (м. Мелітополь, 2004—2006 рр.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 12 наукових праць, у тому числі 4 у наукових фахових виданнях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків та трьох додатків; містить 28 таблиць. Список використаної літератури нараховує 235 джерел, у тому числі 68 іноземних. Обсяг дисертації 150 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

У розділі подано аналіз наукових джерел вітчизняних і зарубіжних авторів з вивчення впливу антиоксидантів на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах і урожайність сільськогосподарських культур. Підкреслено необхідність дослідження закономірностей дії антиоксидантів залежно від норм і способів застосування.

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Ґрунтово-кліматичні і погодні умови. Польові досліді проводили протягом 2003—2006 рр. у польовій сівозміні Якимівської сортодослідної станції Запорізької області з таким чергуванням полів: чорний пар, озима пшениця, ярий ячмінь, кукурудза на зерно. Ґрунт сівозміни — темно-каштановий, вміст гумусу — 3,05%. Ступінь насиченості Ґрунту основами 100%, реакція розчину — слаболужна (рН=8,1); сума солей — 0,07%; вміст вбираного натрію — 1,7%; вміст рухомого фосфору — 530 мг/кг; вміст рухомого калію — 906 мг/кг; вміст мінерального азоту — 17,4 мг/кг.

Середньобагаторічна сума опадів у районі проведення досліджень складає 444 мм. Тривалість посушливого періоду (з відносною вологістю повітря нижче 30%) у середньому становить до 7 днів на місяць. Значної шкоди посівам можуть заподіяти негативні температури, адже в зимовий період в окремі роки температура повітря може опускатись до -37°C при відсутності снігового покриву, бувають випадки, коли у травні температура повітря знижується до -5°C, а у вересні — до -6°C. Погодні умови за три роки досліджень за середньодобовою температурою повітря з вересня по листопад відрізнялися неістотно. За всі три вегетаційні періоди цей показник перевищував багаторічну норму на 2,3°C. Осінь 2003 р. була посушливою,

гідротермічний коефіцієнт у вересні був 0,13, а в жовтні — 0,68. У вегетаційному періоді 2004—2005 рр. кількість опадів восени перевищувала багаторічну норму на 73,6%. Вегетаційний період 2005—2006 рр. був посушливим у вересні (ГТК = 0,13), але сприятливим у жовтні (ГТК = 1,83). Умови зимівлі були сприятливими в усі три роки. Весняні місяці усіх трьох вегетаційних періодів за сумою ефективних середньодобових температур повітря практично не відрізнялися від багаторічної норми, а вологозабезпечення було достатнім. Погодні умови у літні місяці усіх трьох вегетаційних періодів за сумою ефективних середньодобових температур повітря та вологозабезпеченням в цілому також були сприятливими.

Методика проведення досліджень. Ефективність застосування АОК-М визначали шляхом розрахунку результатів обліків та спостережень у порівнянні з контрольним варіантом, де насіння обробляли лише водою, а також з контролем, де насіння інкрустувалося лише прилипачем Марс-1. Насіння обробляли методом інкрустації (10 л бакової суміші на 1 т насіння; у лабораторних дослідках, відповідно, 1 мл робочого розчину на 100 г насіння) водним розчином препарату АОК-М згідно зі схемою дослідів. Дослід 1 (встановлення впливу різних концентрацій препарату АОК-М на окремі параметри проростання та стан процесів ліпопероксидації, функціонування системи антиоксидантного захисту у тканинах насіння та проростків пшениці озимої): 1 — контроль (обробка дистильованою водою); 2 — обробка прилипачем Марс-1 (2%); 3—7 — обробка АОК-М у концентрації від 0,0005 до 0,01%. Дослід 2 (вивчення впливу передпосівної інкрустації насіння препаратом АОК-М на продуктивність та якість зерна, ураження хворобами пшениці озимої, а також на перебіг процесів ліпопероксидації і функціонування антиоксидантного захисту, стан пігментного комплексу в онтогенезі) та дослід 4 (вивчення впливу препарату АОК-М на фітопатогенну флору насіння пшениці озимої): 1 — контроль (обробка дистильованою водою); 2 — фундазол, 1,5 кг/т; 3 — фундазол, 3 кг/т; 4 — АОК-М, 0,004%; 5 — АОК-М, 0,004% + фундазол, 1,5 кг/т; 6 — АОК-М, 0,004% + фундазол, 3 кг/т; 7 — Марс-1, 2%; 8 — Марс-1, 2% + фундазол, 1,5 кг/т; 9 — Марс-1, 2% + фундазол, 3 кг/т. Дослід 3 (встановлення впливу препарату АОК-М на морозостійкість проростків пшениці озимої та інтенсивність процесів ліпопероксидації, функціонування антиоксидантного захисту, ушкодження мембран під час холодого загартування та проморожування): 1 — контроль (обробка дистильованою водою); 2 — Марс-1 (2%); 3—7 — обробка АОК-М в концентрації від 0,000025 до 0,000175%. При плануванні дослідів використовували загальноприйнятну методику (Доспехов Б.А., 1985). Загальна площа ділянок у польовому досліді становила 127 м², облікова — 100 м². Повторність трикратна, з рандомізованим розміщенням варіантів. Агротехніка вирощування озимої пшениці – загальноприйнята для Південно-східного Степу України.

Польову схожість, кількість рослин (шт./м²) у фазі кущіння, урожайність визначали за методикою державного сортопробування сільськогосподарських культур (2001). Ураження рослин септоріозом, альтернаріозом, фузаріозом колоса, кореневими гнилями визначали за методикою С.О. Трибель (2001). Натуру зерна, його вологість, вміст білка і клейковини визначали за ДСТУ 3768—2004, енергію проростання, схожість та силу росту, ураження фітопатогенною мікрофлорою — за ДСТУ 4138—2002. Морозостійкість проростків визначали за модифікованим методом Г.А. Самігіна (Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды, 1976). Проникність клітинних мембран листків проростків визначали за виходом електролітів у дистильовану воду. Ступінь холодого ушкодження клітин оцінювали за величиною коефіцієнта ушкодження (Зауралов О.А., Лукаткин А.С., 1985). Вміст цукрів визначали за Х.М. Починком. Інтенсивність перекисного окиснення ліпідів клітинних мембран оцінювали за вмістом малонового діальдегіду (МДА), який визначали за реакцією з тіобарбітуровою кислотою (Владимиров Ю.А., Арчаков А.И., 1972). Активність супероксиддисмутази (СОД, КФ 1.15.1.1) оцінювали за інгібуванням відновлення нітротетразолію синього в присутності нікотінаміддінуклеотиду Н і феназинметасульфату (Чевари С., Чаба И., Секей Й., 1985). Активність каталази (КАТ, КФ 1.11.1.6) визначали спектрофотометрично, методом М.А. Королюка (Королюк М.А. и др., 1988); активність пероксидази (ПР, КФ 1.11.1.7) — спектрофотометрично, використовуючи реакцію з гваяколом (Починок Х.М., 1976); вміст

фосфоліпідів — гравіметричним методом; вміст вітаміну Е, а також вміст каротиноїдів у насінні — спектрофотометрично (Лабораторные исследования в ветеринарии: биохимические и микологические, 1991); вміст хлорофілів і каротиноїдів у тканинах верхнього листка — спектрофотометричним методом (Починок Х.М., 1976). Результати досліджень опрацьовано статистично за критерієм Ст'юдента при $P \leq 0,05$ та методом дисперсійного аналізу (Лакин Г.Ф., 1990). Економічну оцінку доцільності передпосівної інкрустації насіння антиоксидантами встановлювали за технологічними картами у цінах 2006 року.

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ДІЇ АНТИОКСИДАНТІВ

Енергія проростання, схожість насіння і сила росту пшениці озимої. Встановлено, що інкрустація препаратом АОК-М у концентрації 0,001—0,008% насіння пшениці озимої стимулює його енергію проростання. Найбільший ефект забезпечувало використання АОК-М у концентрації 0,004%. Так, енергія проростання насіння сорту Знахідка одеська у цьому варіанті була на 7,8% (абс.) більшою, ніж у контролі; у сорту Тіра — на 9,6% (абс.); у сорту Циганка — на 10,8% (абс.). Відсоток схожого насіння був вірогідно більшим відносно контролю після інкрустації АОК-М в концентраціях від 0,001% до 0,008%. У сорту Знахідка одеська таке збільшення складало 5,2—7,1% (абс.); у сорту Тіра 6,8—10,2% (абс.) і у сорту Циганка 8,0—10,1% (абс.). Сортової специфічності у реакції рослин на антиоксиданти не виявлено. Встановлено, що інкрустація насіння пшениці озимої препаратом АОК-М у концентрації 0,004% збільшує силу росту: вихід нормальних проростків — на 7,5—8,1% (абс.); висоту проростків — на 23,0—26,4 мм; масу проростків — на 8,9—15,4 мг.

Перебіг процесів пероксидації ліпідів у насінні та рослинах пшениці озимої. Результати наших досліджень дозволяють стверджувати, що препарат АОК-М у концентрації від 0,001% до 0,008% за дистинолом гальмує перекисні процеси у рослин пшениці озимої в онтогенезі (табл. 1).

Найефективніше виявляється антиоксидантний вплив препарату АОК-М у концентрації 0,004% за дистинолом. Так, вміст малонового діальдегіду в тканинах листків зменшується, а вміст низькомолекулярних антиоксидантів у тканинах підвищується: фосфоліпідів — на 26—36%, вітаміну Е — на 30—70%. За дії АОК-М у рослин пшениці озимої в онтогенезі підвищується активність антиоксидантних ферментів: супероксиддисмутази у 2,0—3,8 раза, каталази у 1,6—1,8 раза і пероксидази у 1,2—2,1 раза. Це дає підставу припустити опосередкований характер антиоксидантної дії АОК-М, адже зменшення інтенсивності перекисних процесів за дії АОК-М пов'язане зі збільшенням активності антиоксидантних ферментів і вмісту низькомолекулярних тканинних антиоксидантів. Саме це забезпечує пролонговану дію АОК-М.

Таблиця 1

Вміст малонового діальдегіду (нмоль/г сирової речовини), фосфоліпідів (мг %), вітаміну Е (мкг/г сирової речовини) та активність супероксиддисмутази (у.о./г сирової речовини), каталази (мкмоль H_2O_2 /хв. · г сирової речовини) і пероксидази (мкмоль гваяколу/хв. · г сирової речовини) у листках пшениці озимої, середнє за 2003—2006 рр. (± m, n = 8)

Варіант обробки	МДА	Фосфоліпіди	Вітамін Е	СОД	КАТ	ПП
Сходи						
Контроль (вода)	502,1±28,3	0,91±0,04	85,5±2,3	2,70±0,03	60,3±2,4	33,2±2,2

АОК-М; 0,004%	267,1±21,4*	1,15±0,05*	110,9±3,0*	5,75±0,13 *	93,1±2,3 *	41,2±2,2 *
Кущіння						
Контроль (вода)	438,0±20,46	0,95±0,02	67,2±2,56	3,02±0,036	110,2±3,96	39,1±2,3
АОК-М; 0,004%	213,7±10,7*б	1,23±0,05*	91,9±3,7*б	6,05±0,03*б	170,0±3,6*б	48,5±2,2*
Трубкування						
Контроль (вода)	609,0±32,16	1,05±0,03	25,6±2,96	2,03±0,026	105,4±4,3	25,6±2,96
АОК-М; 0,004%	288,5±18,5*б	1,37±0,03*	53,5±3,2*б	5,02±0,02*б	177,2±4,2*	53,5±3,2*
Колосіння						
Контроль (вода)	510,2±21,86	0,95±0,03	10,2±0,36	1,51±0,036	95,3±4,4	27,6±2,2
АОК-М; 0,004%	235,0±10,7*б	1,17±0,03*	20,5±0,4*б	4,51±0,02 *б	167,8±4,2*	35,8±2,1*
Цвітіння						
Контроль (вода)	555,6±21,4	0,90±0,03	9,0± 0,3	1,06±0,046	90,1±4,5	23,6±2,2
АОК-М; 0,004%	260,8±21,4*	1,22±0,03*	15,3±0,3 *	4,00±0,03*б	162,2±4,2*	31,7±2,2*

* — різниця істотна з контролем; б — з попередньою фазою розвитку.

Стан пігментного комплексу. За оптимальних умов вирощування фотосинтетичний апарат забезпечує генетично обумовлений урожай, але за дії несприятливих чинників довкілля урожайність сортів суттєво знижується. Одержані нами дані свідчать, що передпосівна інкрустація насіння препаратом АОК-М позитивно впливає на вміст фотосинтетичних пігментів, збільшуючи кількість хлорофілу а в онтогенезі на 12—17%, вміст каротиноїдів — на 86—95 %, і лише вміст хлорофілу b суттєво не відрізнявся від контролю. Збільшення пулу хлорофілу а і каротиноїдів свідчить про стимулювання фізіологічних процесів у рослин за дії АОК-М.

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ДО АБІОТИЧНИХ ТА БІОТИЧНИХ СТРЕСІВ ЗА ДІЇ АНТИОКСИДАНТІВ

Морозостійкість проростків пшениці озимої. Дослідження показують, що препарат АОК-М суттєво підвищує морозостійкість проростків (табл. 2).

Таблиця 2

Вживання проростків після проморожування, % (±m, n = 11)

Варіант обробки	Сорт			
	Миронівська 65	Панна	Айсберг одеський	Дельфін
1. Контроль (вода)	76,5±1,7	51,0±2,1	49,3±2,3	45,5±2,4
2. Марс-1; 2%	86,5±2,2*2	67,0±1,3*2	57,8±2,1*2	53,5±2,3*2
3. АОК-М; 0,000025%	89,3±1,5*2	69,5±1,8*2	60,4±1,7*2	55,8±2,2*2

4. АОК-М;0,00005%	91,2±1,4*1	71,2±1,2*1	64,2±1,5*1	59,5±1,9*1
5. АОК-М;0,0001%	95,0±1,3*1	73,5±1,7*1	66,0±2,5*1	61,8±2,1*1
6. АОК-М;0,00015%	91,5±1,7*1	72,4±1,5*1	63,9±2,1*1	60,1±2,2*1
7. АОК-М;0,000175%	90,1±1,6*2	70,3±1,4*2	61,5±1,9*2	56,5±1,8*2

* — різниця істотна з варіантом 1; 1 — з варіантом 2; 2 — з варіантом 5.

Так, за передпосівної інкрустації препаратом АОК-М у концентраціях 0,00005—0,00015% виживання проростків після проморожування було на 12,8—22,5%(абс.) більшим відносно контролю. Реакція на дію АОК-М у концентрації 0,0001% була найбільшою у слабо морозостійкого сорту пшениці озимої м'якої Панна, у якого виживання проростків збільшилося на 44%. Сорти пшениці озимої твердої Айсберг одеський та Дельфін реагували на передпосівну інкрустацію антиоксидантами менше і, практично, однаково: виживання проростків підвищувалося на 34—36%. У морозостійкого сорту Миронівська 65 виживання проростків за дії за дії АОК-М збільшилося ще менше — на 24%.

Дія негативних температур на клітинні мембрани проростків. Відомо, що у загартованих рослин пшениці озимої і жита озимого підвищується стійкість клітинних мембран проростків і, відповідно, зменшується вихід електролітів з тканин, порівняно з незагартованими рослинами. Нами встановлено, що передпосівна інкрустація насіння антиоксидантним комплексом АОК-М суттєво зменшує ступінь ушкодження мембран клітин проростків після першого етапу загартування (2°C). Коефіцієнт ушкодження після другого етапу загартування (-4°C) виріс у всіх варіантах дослідження (табл. 3), окрім сорту Миронівська 65, обробленого АОК-М. Це вказує на те, що за дії негативної, але не летальної, температури проростки морозостійкого сорту під впливом препарату АОК-М можуть продовжувати адаптивні зміни свого метаболізму, спрямовані на укріплення клітинних мембран. Після проморожування (-15°C) і відрощування ступінь ушкодження клітинних мембран зріс в усіх варіантах дослідження. Між коефіцієнтом ушкодження та кількістю проростків, що вижили після проморожування, виявлено сильний негативний кореляційний зв'язок ($r = -0,95$).

Таблиця 3

Коефіцієнт ушкодження мембран клітин проростків пшениці озимої, %

($\pm m, n = 8$)

Сорт	Варіант обробки	Після першого етапу загартування	Після другого етапу загартування	Після проморожування (-150C) і відрощування
Миронівська 65	Контроль (вода)	0,02±0,01	0,19±0,01	0,74±0,02
	Марс-1; 2%	-0,04±0,01аб	0,10±0,01аб	0,47±0,01аб
	АОК-М; 0,0001%	-0,17±0,01а	-0,22±0,01а	0,24±0,01а
Панна	Контроль (вода)	0,21±0,01	0,98±0,03	1,54±0,04
	Марс-1; 2%	0,08±0,01аб	0,68±0,02аб	1,35±0,04аб
	АОК-М; 0,0001%	-0,04±0,01а	0,26±0,01а	0,91±0,03а

а — різниця істотна з контролем; б — з варіантом обробки АОК-М.

Інтенсивність процесів ліпопероксидації та активність антиоксидантних ферментів у проростках. Багато авторів пов'язують ушкодження клітинних мембран з процесами перекисного окиснення ліпідів і модифікацією продуктами ліпопероксидації (малоновим діальдегідом) мембранних білків. Передпосівна інкрустація насіння озимої пшениці АОК-М знижувала вміст малонового діальдегіду (табл. 4) в рослинах уже перед першим етапом загартування усіх піддослідних сортів у 1,3—1,4 раза порівняно з контролем.

Після першого етапу загартування (+2°C) вміст малонового діальдегіду у рослин усіх сортів знижувався, що можна пояснити адаптацією рослин до низьких температур. Після другого етапу загартування (-4°C) інтенсивність ліпопероксидації зросла в усіх варіантах дослідження, але збільшилась різниця між обробленими і необробленими рослинами. Оскільки вміст малонового діальдегіду вважається показником інтенсивності процесів ліпопероксидації, можна стверджувати, що за дії препарату АОК-М інтенсивність перекисних процесів зменшується у проростках пшениці озимої після другого етапу загартування в 1,5—1,8 раза.

Таблиця 4

Вміст малонового діальдегіду в проростках пшениці озимої за умов загартування та проморожування, нмоль/г сирії

речовини ($\pm m, n = 8$)

Варіант обробки	До першого етапу загартування	Після першого етапу загартування (+2°C)	Після другого етапу загартування (-4°C)	Після проморожування (-15°C) і відрощування
Миронівська 65				
Контроль (вода)	585,7±11,5	319,9±11,8	578,4±11,9	426,6±12,4
Марс-1; 2%	437,7±11,4a	231,6±11,2a	417,4±11,3a	270,9±11,6аб
АОК-М; 0,0001%	411,0±11,6a	218,9±11,5a	387,1±11,4a	126,1±11,5a
Панна				
Контроль (вода)	355,3±27,0	286,5±13,4	696,4±12,6	433,4±11,7
Марс-1; 2%	273,4±13,6a	243,8±10,8	446,1±11,4аб	310,0±10,7a
АОК-М; 0,0001%	265,2±14,0a	225,4±11,5a	395,9±11,6a	277,3±11,8a

a — різниця істотна з контролем; б — з варіантом обробки АОК-М.

Після проморожування та відрощування відбувалося зниження вмісту малонового діальдегіду у проростках усіх сортів. Але у проростках сорту Миронівська 65 його вміст зменшився і відносно вихідного рівня: у контролі — в 1,4 раза, за дії Марс-1 — в 1,6 раза, а за дії АОК-М — у 3,3 раза. У сорту Панна вміст малонового діальдегіду після проморожування та відрощування хоч і знизився порівняно з другим етапом загартування, але у контролі та за дії Марс-1 був на 22 і на 13% більшим відносно вихідного рівня, а за дії АОК-М практично не відрізнявся від вихідного рівня. Між ступенем холодового ушкодження клітин та інтенсивністю ліпопероксидації у проростках озимої пшениці виявлено високу пряму кореляцію ($r = 0,85$), а між вмістом малонового діальдегіду та виживанням проростків після проморожування — сильну негативну ($r = -0,83$), що свідчить про безпосередню участь малонового діальдегіду в ушкодженні клітинних мембран за дії негативних температур і призводить до загибелі рослинних клітин, особливо у менш морозостійких сортів (див. табл. 2 і 3).

За дії низьких температур відбувалося інгібування активності ключового антиоксидантного ферменту — супероксиддисмутази. Активність СОД знижувалася у проростках усіх досліджених сортів озимої пшениці. Передпосівна інкрустація насіння АОК-М у концентрації 0,0001% (10-6М) послаблювала декомпенсацію: активність СОД знижувалася повільніше і залишалася вищою на 13—33% відносно контролю після проморожування і відрощування. Передпосівна інкрустація насіння пшениці озимої препаратом АОК-М за умов холодового загартування проростків сприяла зростанню активності каталази — у 1,8—2,0 раза, пероксидази — на 19—63% відносно контролю.

Вміст відновлюючих цукрів, фосфоліпідів, вітаміну Е та каротиноїдів у проростках пшениці озимої. У морозостійкого сорту Миронівська 65 в усіх варіантах досліду та у всіх досліджених сортів за дії АОК-М процеси метаболізму цукрів у проростках під час охолодження та проморожування уповільнюються, а тому менше витрачається цукрів за дії негативних температур. Передпосівна інкрустація АОК-М сприяла підвищенню вмісту відновлюючих цукрів по відношенню до контролю (табл. 5).

Таблиця 5

Вміст відновлюючих цукрів (%), фосфоліпідів (мг %), вітаміну Е (мкг/г сирової речовини) та каротиноїдів (мг %) в

проростках пшениці озимої після проморожування (-15°C) і відрощування ($\pm m, n = 8$)

Варіант обробки	Відновлюючі цукри	Фосфоліпіди	Вітамін Е	Каротиноїди
Миронівська 65				
Контроль (вода)	0,29±0,03	1,01±0,02	61,0±2,6	1,13±0,02
Марс-1; 2%	0,328±0,003аб	1,06±0,02	65,0±3,3	1,16±0,02
АОК-М; 0,0001%	0,36±0,02a	1,10±0,01a	71,4±2,9a	1,16±0,04
Панна				
Контроль (вода)	0,13±0,03	0,88±0,04	22,2±2,7	0,83±0,02
Марс-1; 2%	0,19±0,02аб	1,09±0,04a	46,6±3,1аб	0,93±0,01a

АОК-М; 0,0001%	0,22±0,03а	1,09±0,04а	74,8±3,0а	1,00±0,04а
----------------	------------	-------------------	-----------	------------

а — різниця істотна з контролем; б — з варіантом обробки АОК-М.

Після проморожування і відрощування вміст цукрів за дії АОК-М був на 26% вищим проти контролю у сорту Миронівська 65 і на 68% — у сорту з меншою морозостійкістю Панна. У проростках морозостійкого сорту Миронівська 65 за усіх варіантів обробки та в усіх сортів за дії АОК-М процеси пероксидації ліпідів уповільнюються, що віддзеркалюється на меншому зниженні вмісту фосфоліпідів за дії температурного стресу.

За дії антиоксидантів вміст вітаміну Е у проростках після проморожування та відрощування був у 1,2—3,4 раза більшим порівняно з контролем. Передпосівна інкрустація насіння препаратом АОК-М у цілому сприяла збереженню пулу каротиноїдів за дії низькотемпературного стресу. Але суттєвої різниці між варіантами обробки не відмічено, окрім сорту Панна, де за дії препарату АОК-М вміст каротиноїдів був вірогідно вищим відносно контролю (на 17%). Отже, передпосівна інкрустація насіння пшениці озимої препаратом АОК-М в концентрації 0,0001% сприяла накопиченню відновних цукрів, фосфоліпідів, вітаміну Е і каротиноїдів в проростках під час холодого загартування та проморожування.

Фітопатогенна мікрофлора насіння пшениці озимої за дії антиоксидантів. Результати досліджень впливу препарату АОК-М, прилипача Марс-1 та їх сумісного застосування з фунгіцидом фундазол (50% з.п.) на фітопатогенну флору насіння пшениці озимої свідчать, що передпосівна обробка насіння препаратом АОК-М без протруйника знижує зараженість насіння фітопатогенами на 24,9%(абс.) відносно контролю (табл. 6).

Таблиця 6

Зараженість насіння пшениці озимої фітопатогенами, % (±m, n = 11)

Варіант обробки	Всього	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	Невизначені
1. Контроль (вода)	66,0±1,0	15,7±0,9	9,0±0,4	10,6±0,5	30,7±0,7
2. Фундазол (1,5 кг/т)	15,3±0,5	2,1±0,4	2,7±0,3	0,3±0,2	10,2±0,3
3. Фундазол (3 кг/т)	5,1±0,3	0,3±0,2	0,1±0,1	0,2±0,1	4,6±0,2
4. АОК-М (0,004%)	41,1±0,8*	12,7±0,7*	5,8±0,5*	4,1±0,5*	18,5±0,4*
5. АОК-М (0,004%) + фундазол (1,5 кг/т)	7,4±0,6а	1,4±0,4а	0,2±0,1а	0,2±0,1а	5,6±0,2а
6. АОК-М (0,004%) + фундазол (3 кг/т)	4,0±0,3б	0,2±0,1	0,1±0,1	0,1±0,1	3,6±0,1б
7. Марс-1 (2%)	72,6±1,5*	13,8±0,4*	9,1±0,6	14,8±0,7*	34,3±0,4
8. Марс-1 (2%) + фундазол (1,5 кг/т)	18,4±1,0а	2,3±0,4	3,2±0,4	1,3±0,2	11,3±0,2а
9. Марс-1 (2%) + фундазол (3 кг/т)	8,2±0,6б	0,3±0,1	0,2±0,1	0,8±0,2б	6,8±0,2

* — різниця істотна з контролем; а — з варіантом 2; б — з варіантом 3.

Препарат АОК-М у комбінації з половинною нормою фунгіциду пригнічує патогенну мікрофлору насіння на рівні з протруйником у повній нормі. Індукція стійкості рослин до патогенів відбувалася за рахунок присутності у препараті АОК-М антиоксидантів іонолу та диметилсульфоксиду, оскільки сама лише поліетиленоксидна складова (Марс-1) створювала сприятливе середовище для розвитку грибів з роду *Penicillium* і тим самим збільшувала ураження насіння фітопатогенами.

Ступінь ураження хворобами рослин пшениці озимої. За 2003—2006 рр. у польових дослідах на рослинах пшениці озимої було виявлено захворювання септоріозом, альтернаріозом, фузаріозом колоса та кореневими гнилями (табл. 7). Найменше ураження рослин хворобами відмічено у варіанті з передпосівною інкрустацією насіння АОК-М сумісно з повною нормою фундазолу (3 кг/т).

Таблиця 7

Ступінь ураження рослин пшениці озимої хворобами за різних варіантів передпосівної інкрустації (%),

середнє за 3 роки (±m, n = 17)

Варіант обробки	Септоріоз	Альтерна-ріоз	Фузаріоз колоса	Кореневі гнилі	
				Колосіння	Повна стиглість
1. Контроль (вода)	5,0±1,8	17,0±1,2	15,0±0,7	6,5±0,6	14,8±1,3

2. Фундазол (1,5 кг/т)	2,5±1,7*	4,7±1,7*	3,5±0,3*	4,3±0,3*	6,7±0,4*
3. Фундазол (3 кг/т)	0*a	0,7±0,4*a	0*a	0*a	3,8±0,3*a
4. АОК-М (0,004%)	2,5±1,1*	6,7±0,7*	10,2±1,4*	3,5±0,6*	7,8±0,7*
5. АОК-М (0,004%) + фундазол (1,5 кг/т)	0*аб	0*аб	0*a	0*a	2,3±0,6*аб
6. АОК-М (0,004%) + фундазол (3 кг/т)	0*a	0*аб	0*a	0*a	2,0±0,7*аб
7. Марс-1 (2%)	5,8±1,5	15,3±1,3	15,5±0,6	5,5±0,8	12,3±0,7
8. Марс-1 (2%) + фундазол (1,5 кг/т)	3,3±1,7*	4,3±2,0*	3,8±0,9*	4,3±0,4*	6,5±0,4*
9. Марс-1 (2%) + фундазол (3 кг/т)	1,7±1,1*аб	1,0±1,0*аб	0,8±0,4*аб	0,2±0,2*a	3,7±0,4*a

a - різниця істотна порівняно з контролем; б - з варіантом 2; в - з варіантом 3.

Передпосівна інкрустація насіння самим лише АОК-М знижувала ураження септоріозом на 50%, альтернаріозом — на 60%, фузаріозом колосу — на 32%, корневими гнилями у фазі колосіння — на 46% і у фазі повної стиглості — на 47%. Зменшення норми фунгіциду збільшувало ступінь ураження. Однак застосування АОК-М разом з половинною нормою фунгіциду зменшувало захворюваність рослин порівняно з варіантом обробки повною нормою самого фунгіциду: альтернаріозом — на 100%, корневими гнилями у фазі повної стиглості — на 65%.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ АНТИОКСИДАНТНОГО ПРЕПАРАТУ АОК-М ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ІНКРУСТАЦІЇ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Польова схожість та кількість рослин на час фази кушіння. Дослідження показали, що передпосівна інкрустація насіння препаратом АОК-М у концентрації 0,004% підвищувала його польову схожість на 11%(абс.), кількість рослин пшениці озимої (шт./м²) на час проходження фази кушіння — на 17,2% порівняно з контролем. Обробка насіння препаратом АОК-М сумісно з протруйником фундазол (50% з.п.) у половинній та повній нормах вірогідно підвищувала його польову схожість, як відносно варіантів передпосівної обробки лише протруйником, так і відносно варіантів передпосівної обробки прилипачем Марс-1 сумісно з протруйником.

Урожайність і якість зерна за умов передпосівної інкрустації насіння пшениці озимої антиоксидантами. Обробка насіння АОК-М сумісно з половинною та повною нормами протруйника збільшувала продуктивну кущистість на 28—31% відносно відповідних варіантів обробки лише протруйником (табл. 8).

Продуктивна кущистість була найбільшою у варіанті сумісного застосування АОК-М з повною нормою протруйника. Важливо відзначити, що продуктивна кущистість за передпосівної обробки насіння АОК-М сумісно з половинною нормою фундазолу була вищою від варіанту обробки насіння лише фундазолом у повній нормі (на 23%).

Таблиця 8

Продуктивна кущистість, висота рослин (см), довжина колоса(см), число зерен в колосі (шт.) та маса 1000 зерен (г)

пшениці озимої за різних варіантів передпосівної інкрустації, середнє за 3 роки (±m, n = 8)

Варіант обробки	Продуктивна кущистість	Висота рослин	Довжина колоса	Число зерен в колосі	Маса 1000 зерен
1. Фундазол (1,5 кг/т)	1,40±0,05	101,5±0,9	7,4±0,1	22,6±0,2	37,1±1,5
2. Фундазол (3 кг/т)	1,50±0,07	100,3±0,8	7,6±0,1	23,6±0,1	39,1±1,3
3. АОК-М (0,004%)+ фундазол (1,5 кг/т)	1,84±0,06аб	113,3±1,1аб	8,3±0,1аб	23,7±0,3	42,5±0,7а
4. АОК-М (0,004%) + фундазол (3 кг/т)	1,92±0,06аб	109,2±0,9аб	8,9±0,1аб	24,0±0,1а	44,3±0,8аб
5. Марс-1 (2%) + фундазол (1,5 кг/т)	1,34±0,06аб	102,8±1,2	7,5±0,1	22,4±0,6	38,8±0,5
6. Марс-1 (2%) + фундазол (3 кг/т)	1,53±0,04а	102,0±1,7	7,7±0,1	23,5±0,2	40,5±0,5

a — різниця істотна порівняно з варіантом 1; б — з варіантом 2.

Рослини були найвищими у варіанті передпосівної інкрустації насіння АОК-М сумісно з половинною нормою протруйника. Середня довжина колоса за передпосівної інкрустації АОК-М сумісно з протруйником була вищою порівняно з відповідними варіантами обробки лише протруйником на 0,9—1,3 см. Озернення колоса за різними варіантами передпосівної інкрустації практично не змінювалось, але маса 1000 зерен у варіантах сумісної обробки АОК-М з протруйником відносно варіантів обробки лише протруйником збільшувалась. Урожайність у разі використання АОК-М сумісно з половинною нормою фундазолу була на 5,6 ц/га більшою, ніж за обробки лише

повною нормою фундазолу. Найбільша врожайність (в середньому 67,5 ц/га) була за передпосівної інкрустації АОК-М сумісно з повною нормою фундазолу, що на 12,2 ц/га більше, ніж за обробки лише повною нормою фундазолу (табл. 9).

Таблиця 9

Урожайність пшениці озимої за різних варіантів передпосівної інкрустації, ц/га ($\pm m$, $n = 8$)

Варіант обробки	Рік			Середнє за три роки
	2004	2005	2006	
1. Фундазол (1,5 кг/т)	40,2 \pm 2,0	46,9 \pm 2,2	43,4 \pm 2,1	43,5 \pm 1,4
2. Фундазол (3 кг/т)	50,4 \pm 2,3a	58,8 \pm 2,5a	56,6 \pm 2,2	55,3 \pm 1,5a
3. АОК-М (0,004%) + фундазол (1,5 кг/т)	56,8 \pm 2,0ab	63,4 \pm 2,5ab	62,5 \pm 2,4ab	60,9 \pm 1,2ab
4. АОК-М (0,004%) + фундазол (3 кг/т)	63,5 \pm 2,1ab	70,8 \pm 3,0ab	68,2 \pm 2,5ab	67,5 \pm 1,2ab
5. Марс-1 (2%) + фундазол (1,5 кг/т)	40,8 \pm 3,0	48,1 \pm 2,7	46,3 \pm 2,4	45,1 \pm 1,3
6. Марс-1 (2%) + фундазол (3 кг/т)	51,2 \pm 2,1a	59,1 \pm 2,5a	56,4 \pm 2,2a	56,6 \pm 1,3a

a — різниця істотна порівняно з варіантом 1; б — з варіантом 2.

Зерно за передпосівної обробки препаратом АОК-М вирізнялося кращими показниками продовольчих і посівних якостей. Так, за дії препарату АОК-М у концентрації 0,004% натура зерна була на 5,3% більшою за контрольний варіант, вміст білка і сирової клейковини збільшився відповідно на 0,7%(абс.) і 1,3%(абс.), а схожість насіння зросла на 6,5%(абс.).

Таким чином, передпосівна обробка насіння озимої пшениці препаратом АОК-М суттєво збільшувала урожайність, покращувала товарні та посівні якості зерна, збільшуючи натуру зерна, вміст в ньому білка і сирової клейковини та схожість насіння.

Економічна ефективність застосування препарату АОК-М. У попередніх розділах було відмічено, що оптимальна концентрація препарату АОК-М (0,004%) забезпечує істотне збільшення врожайності та поліпшення товарних і посівних якостей зерна і насіння пшениці озимої. Тому цю концентрацію доцільно було перевірити в умовах виробництва. Найвищий ефект отримано за сумісного застосування АОК-М з повною нормою протруйника. У результаті економічної оцінки встановлено, що за умов застосування препарату АОК-М для передпосівної інкрустації насіння озимої пшениці собівартість 1 т зерна була нижчою за контрольний варіант на 61 грн (на 10%), прибуток від реалізації зерна з 25 га більшим на 8721 грн, а рентабельність вирощування озимої пшениці зросла на 13%.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання з'ясування впливу передпосівної інкрустації насіння пшениці озимої антиоксидантами на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах, стійкість рослин до біотичних і абіотичних стресів, урожайність та якість зерна шляхом встановлення впливу різних концентрацій комплексного антиоксидантного препарату АОК-М на: інтенсивність процесів ліпопероксидації, активність антиоксидантних ферментів та вміст низькомолекулярних антиоксидантів; стан пігментного комплексу; ступінь ушкодження клітинних мембран листків та виживання проростків за дії негативних температур; зараженість фітопатогенами насіння, ступінь ураження хворобами; енергію проростання, схожість, силу росту насіння; урожайність, продовольчу та посівну якість зерна; економічну ефективність вирощування озимої пшениці.

1. Проведене дослідження концентраційної залежності ефективності антиоксидантного препарату АОК-М показало, що у разі застосування його для передпосівної інкрустації насіння озимої пшениці оптимальна концентрація становила 0,004%.
2. Протягом онтогенетичного розвитку в листках рослин, вирощених із інкрустованого насіння, підвищувалася інтенсивність досліджуваних фізіологічних і біохімічних процесів у порівнянні з контролем: вміст хлорофілу а збільшувався на 12—17, каротиноїдів — на 86—95, фосфоліпідів — на 26—36, вітаміну Е — на 30—70%; зростала активність антиоксидантних ферментів (супероксиддисмутази — у 2,0—3,8, каталази — у 1,6—1,8, пероксидази — у 1,2—2,1 рази), що супроводжувалося зниженням вмісту малонового діальдегіду у 1,9—2,2 рази.

3. Встановлено холодо- та кріопротекторну властивість препарату АОК-М, який сприяв збільшенню виживання проростків завдяки накопиченню в листках цукрів, фосфоліпідів, вітаміну Е, а зростання активності антиоксидантних ферментів забезпечило зменшення низькотемпературних пошкоджень клітинних мембран у 1,7—3,1 раза відносно контролю.
4. Застосування препарату зменшує зараженість насіння фітопатогенами на 25%, а у комбінації з половинною нормою фунгіциду фундазолу пригнічує патогенну мікрофлору насіння на рівні з фунгіцидом у повній нормі.
5. У рослин, вирощених із обробленого препаратом АОК-М насіння, спостерігалось істотне зменшення уражуваності: септоріозом — на 50, альтернаріозом — на 60, фузаріозом колосу — на 32, корневими гнилями — на 47%. Ще кращий результат досягається у разі додаткового застосування половинної норми фундазолу.
6. Обробка насіння препаратом АОК-М позитивно впливала на процеси росту, розвитку і дозрівання озимої пшениці, що проявилось у зростанні польової схожості на 11%, кількості рослин на 1 м² — на 17,2%, продуктивної кущистості — на 36%, висоти рослин — на 14,6 см, довжини колоса — на 0,9 см та маси 1000 зерен — на 5 г відносно контролю.
7. Урожайність озимої пшениці у разі застосування препарату АОК-М збільшувалась на 12,2 ц/га, натура зерна — на 5,3, вміст білка і сирової клейковини у зерні — відповідно на 0,7 і 1,3% порівняно з контролем.
8. Економічний ефект від використання препарату АОК-М склав 349 грн/га за рахунок зниження собівартості зерна на 61 грн/т і підвищення рентабельності вирощування озимої пшениці на 13%.
9. За результатами досліджень в Управління з питань безпеки хімічних речовин Міністерства екології та природних ресурсів України подано заявку на реєстрацію препарату АОК-М як регулятора росту рослин.

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Герасько Т.В., Калитка В.В. Вплив дистинолу на енергію проростання, схожість та силу росту насіння озимої пшениці // Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. — Т. 4 (23). Сільськогосподарські науки. — Полтава, 2005. — С. 246—249. (Особистий внесок — проведення досліджень, аналіз експериментальних даних).
2. Герасько Т.В., Калитка В.В. Вплив препарату АОК-М на пероксидне окиснення ліпідів у насінні та в проростках озимої пшениці // Физиология и биохимия культурных растений. — 2006. — Т. 38, № 4 (222). — С. 339—344. (Особистий внесок — проведення досліджень і написання статті).
3. Герасько Т.В., Калитка В.В. Вплив передпосівної обробки стимуляторами росту на антиоксидантний статус рослин озимої пшениці // Науковий вісник Національного аграрного університету. — Київ. — 2007. — Вип. 107. — С. 113—115. (Особистий внесок — проведення досліджень, підготовка до друку статті).
4. Герасько Т.В. Врожайність, структура врожаю та якість зерна озимої пшениці за дії антиоксидантних препаратів // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія «Сільськогосподарські науки». — Луганськ: ЛНАУ. — 2007. — № 80 (103). — С. 19—24.
5. Засіб для підвищення морозостійкості озимої пшениці: Пат. 12040 Україна, МПК (2006) А01С 1/00, С10В 43/00 / Калитка В.В., Герасько Т.В. — и2005 07377; Заявл. 25.07.2005; Опубл. 16.01.2006, Бюл. № 1. (Особистий внесок — проведення досліджень, аналіз експериментальних даних та їх узагальнення).
6. Спосіб передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур: Пат. 18229 Україна, МПК (2006) А01С 1/06, А01С 1/00, А01N 25/02 / Заславський О.М., Калитка В.В., Герасько Т.В., Малахова Т.О. — и2005 11203; Заявл. 25.11.2005; Опубл. 15.11.2006, Бюл. № 11. (Особистий внесок — проведення досліджень, аналіз експериментальних даних).
7. Герасько Т.В., Калитка В.В. Вплив антиоксидантних препаратів Марс-1 та АОК-М за їх сумісного застосування з фунгіцидом бенлат на стан посівів та пігментний комплекс озимої пшениці // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія «Біологічні науки». — Луганськ: Елтон. — 2006. — № 66 (89). — С. 5—10. (Особистий внесок — проведення досліджень і написання статті).
8. Герасько Т.В., Калитка В.В. Інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів і активність антиоксидантних ферментів у листках озимої пшениці за дії препаратів Марс-1 та АОК-М // Вісник Запорізького національного університету. Серія «Біологічні науки». — Запоріжжя. — 2006. — №1. — С. 34—39. (Особистий внесок — проведення досліджень, узагальнення експериментальних даних).
9. Герасько Т.В., Калитка В.В. Вплив антиоксидантів на морозостійкість озимої пшениці // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія «Біологічні науки». — Луганськ: Елтон. — 2006. — № 57 (80). — С. 57—60. (Особистий внесок — проведення досліджень, написання статті).
10. Герасько Т.В., Калитка В.В. Вплив антиоксидантних препаратів АОК-М та Марс-1 на морозостійкість озимої пшениці при допосівній інкрустації насіння // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія». — 2006. — Вип. 3, № 729. — С. 240—245. (Особистий внесок — проведення досліджень, підготовка до друку статті).

11. Герасько Т.В., Калитка В.В. Вплив антиоксидантів на вміст малонового діальдегіду та активність супероксиддисмутази в насінні озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Дні науки ' 2005», 15—27 квітня 2005 р. Т.1. Біологія. — Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. — С. 59. (Особистий внесок — проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).
12. Герасько Т.В., Калитка В.В. Пероксидне окислення ліпідів у листках проростків озимої пшениці за дії від'ємних температур і препаратів Марс-1 та АОК-М // Матеріали ІХ Українського біохімічного з'їзду 24—27 жовтня 2006 р., Харків. — Т.1. — С. 114. (Особистий внесок — проведення досліджень, узагальнення експериментальних даних, написання тез).

АНОТАЦІЯ

Герасько Т.В. Вплив антиоксидантів на фізіолого-біохімічні реакції рослин та продуктивність пшениці озимої. — Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.12 — фізіологія рослин. — Уманський державний аграрний університет, Умань, 2008.

Роботу присвячено дослідженню впливу передпосівної обробки антиоксидантами насіння м'якого і твердого різновидів пшениці озимої (*Triticum aestivum* L. і *Triticum durum* Desf.) на фізіолого-біохімічні показники та продуктивність рослин, а також споживчі якості зерна.

Встановлено, що комплекс антиоксидантів іонолу і диметилсульфоксиду з плівкоутворювачем — препарат АОК-М у концентрації 0,004% стимулює ростові процеси та підвищує продуктивність пшениці озимої, стійкість до хвороб, покращує якість зерна. Доведено, що посилення ростових процесів у рослин у наслідок передпосівної інкрустації насіння АОК-М обумовлено стимулюючою дією антиоксидантів на ферментативну активність супероксиддисмутази, каталази, пероксидази та зниженням інтенсивності процесів ліпопероксидації. Показано, що антиоксиданти у низьких концентраціях (10-6М), які не мають значного антиоксидантного ефекту за нормальних умов онтогенезу, знижують інтенсивність перекисних процесів, стимулюють активність антиоксидантних ферментів, знижують uszkodження мембран і стимулюють збільшення вмісту цукрів у проростках пшениці озимої за дії негативних температур (-15° С).

Економічна ефективність передпосівної інкрустації насіння препаратом АОК-М сумісно з протруйником забезпечується зниженням собівартості зерна на 61 грн/т, або на 10%. Рентабельність вирощування пшениці озимої підвищується на 13%.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., *Triticum durum* Desf., передпосівна інкрустація насіння, антиоксиданти, пероксидне окиснення ліпідів, морозостійкість, ріст, продуктивність, якість зерна.

АННОТАЦИЯ

Герасько Т.В. Влияние антиоксидантов на физиолого-биохимические реакции растений и продуктивность пшеницы озимой. — Рукопись.

Диссертация на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.12 — физиология растений. — Уманский государственный аграрный университет, Умань, 2008.

Работа посвящена исследованию влияния предпосевной обработки семян мягкой и твёрдой разновидностей пшеницы озимой (*Triticum aestivum* L. и *Triticum durum* Desf.) комплексом антиоксидантов ионола и диметилсульфоксиду (препарат АОК-М) на физиолого-биохимические процессы в растениях, стойкость растений к абиотическим и биотическим стрессовым факторам, продуктивность и качество зерна.

Показано, что при использовании препарата АОК-М для предпосевной инкрустации семян пшеницы озимой оптимальная концентрация составляет 0,004%. Установлено, что в течение онтогенетического развития в листьях растений, выращенных из инкрустированных АОК-М семян, повышалась интенсивность физиологических и биохимических процессов: содержание хлорофилла а увеличивалось на 12—17, каротиноидов — на 86—95, фосфолипидов — на 26—36, витамина Е — на 30—70%; увеличивалась активность антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутаза — в 2,0—3,8, каталазы — в 1,6—1,8, пероксидазы — в 1,2—2,1 раза), что сопровождалось снижением содержания малонового диальдегида в 1,9—2,2 раза.

Показано, что АОК-М в концентрации 10-6 М имеет протекторное влияние на проростки пшеницы озимой при действии отрицательных температур (-15°С), способствует повышению содержания сахаров, фосфолипидов, витамина Е и каротиноидов, стимулирует активность антиоксидантных ферментов в листьях проростков, что стабилизирует процессы липопероксидации и уменьшает повреждение клеточных мембран.

Применение препарата АОК-М для передпосевной инкрустации семян пшеницы озимой в концентрации 0,004% уменьшает зараженность семян фитопатогенами на 25%, а в комбинации с половинной нормой фунгицида (фундазол, 50% с.п.) угнетает патогенную микрофлору на уровне фунгицида в полной норме. У растений, выращенных из обработанных АОК-М семян, отмечено уменьшение поражения септориозом — на 50, альтернариозом — на 60, фузариозом колоса — на 32, корневыми гнилями — на 47%.

Обработка семян препаратом АОК-М позитивно влияла на процессы роста, развития и дозревания озимой пшеницы, что проявлялось в увеличении полевой всхожести на 11%, количества растений в фазе кущения — на 17,2%, продуктивной кустистости — на 36%, высоты растений — на 14,6 см, длины колоса — на 0,9 см и массы 1000 зерен — на 5 г относительно контрольного варианта.

Урожайность пшеницы озимой при использовании препарата АОК-М увеличивалась на 12,2 ц/га, натура зерна — на 5,3, содержание белка и сырой клейковины в зерне — соответственно, на 0,7 и 1,3%.

Экономическая эффективность передпосевной инкрустации семян препаратом АОК-М совместно с протравителем обеспечивается снижением себестоимости зерна на 61 грн/т, или на 10%. Рентабельность выращивания озимой пшеницы повышается на 13%.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L, *Triticum durum* Desf., передпосевная инкрустация семян, антиоксиданты, перекисное окисление липидов, морозостойкость, рост, продуктивность, качество зерна.

ANNOTATION

Geras'ko T.V. The influence of antioxidants on plant physiological and biochemical reactions and productivity of the winter wheat. — A manuscript.

The thesis for candidate's degree of agricultural sciences in speciality 03.00.12 — Plant Physiology. — Uman' State Agrarian University, Uman', 2008.

This thesis is devoted to the investigations of influence of presowing incrustations of winter wheat soft and firm versions (*Triticum aestivum* L. and *Triticum durum* Desf.) seeds with antioxidants on plant physiological and biochemical reactions, productivity and quality of a grain.

It is established that the complex of antioxidants and a filmer (a preparation of AOK-M) of 0.004 % concentration stimulates plant growth processes, raises the productivity of the winter wheat and its resistibility to diseases, improves the quality of a grain. It is proved, that amplification of growth processes owing to presowing incrustations of seeds with AOK-M is caused by stimulating the activity of antioxidant enzymes and decreasing the intensity of lipid peroxidation processes in winter wheat plants. It is shown, that antioxidants in low concentration (10⁻⁶ M), which have no significant effect under normal ontogenetic conditions, reduce intensity of lipid peroxidation processes and the level of membrane damaging with simultaneous stimulating the activity of antioxidant enzymes and increasing the contents of sugars in winter wheat sprouts under negative temperatures (-15°C).

The economic efficiency of presowing incrustation of seeds with AOK-M together with the fungicide is provided by decreasing of the cost price of a grain in 61 hrn/t, or in 10 %. The profitability of the winter wheat cultivation raises in 13 %.

Key words: *Triticum aestivum* L., *Triticum durum* Desf., presowing processing of seeds, antioxidants, lipid peroxidation, frost resistance, growth, efficiency, quality of a grain.