

## УДК 577:633.11

**КЛПАКОВА Ю.О., КАПНОС М.В.**, аспіранти  
Науковий керівник – **КАЛИТКА В.В.**, д-р с.-г. наук  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
e-mail: [m.v.kapinos@mail.ru](mailto:m.v.kapinos@mail.ru)

### ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ В НАСІННІ ТА ПРОРОСТКАХ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА ДІЇ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ АКМ І ПРОТРУЙНИКА

Встановлено, що під час проростання насіння озимої пшениці зміни в інтенсивності пероксидного окиснення ліпідів залежать від типу живлення і специфіки метаболізму в корені та проростку.

**Ключові слова:** озима пшениця, корінь, насінина, проросток, малоновий діальдегід, оксидативний стрес.

**Постановка проблеми.** Обов'язковим елементом сучасних інтенсивних технологій вирощування озимої пшениці є протруювання насіння фунгіцидами системної дії. Найбільшого поширення в Україні набули протруйники, які містять високоактивні діючі речовини тебуконазол і протіоконазол (Раксіл Ультра, Ламардор та ін.) [1]. Розробники таких препаратів засвідчують широкий спектр їх біологічної активності, в тому числі наявність захисної та росторегулювальної дії і відсутність фітотоксичності [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомо, що хімічні речовини протруйників поглинаються насінням і впливають на генерацію супероксидних радикалів, чим і обумовлений їх захисний ефект [3]. Але надмірне утворення супероксидних радикалів може викликати інтенсифікацію перекисних процесів і розвиток оксидативного стресу [4].

Оксидативний стрес справляє на рослинний організм подвійний ефект. Слабкі стресори здатні індукувати відновні процеси шляхом активації метаболізму і підвищувати адаптивний потенціал рослинного організму, що сприяє його адаптації до дії інших можливих стресових факторів. За довготривалої дії сильного стресора відбувається ушкодження мембранних структур клітини, порушення гомеостазу і розвиток патологій.

Ступінь розвитку оксидативного стресу, а отже і характер його впливу на насіння під час проростання можна оцінити за інтенсивністю пероксидного окиснення ліпідів біомембран (ПОЛ).

**Метою** досліджень було встановлення особливостей пероксидації фосфоліпідів мембранних структур в насінні, корені та проростку озимої пшениці за дії хімічних стресорів (протруйників і регуляторів росту).

**Методика дослідження.** В роботі використані насіння, проростки і корені озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) сорту Антонівка.

Інтенсивність пероксидного окиснення у тканинах зернівки, проростка і кореня оцінювали за вмістом малонового діальдегіду (МДА), який визначали спектрофотометричним методом за загальноприйнятою методикою [5]. Цей показник визначали в сухому обробленому насінні, в кінці стадії набухання насінини (код ВВСН-03), в етиольованих колеоптилях і коренях (код ВВСН-07) в першому листку і корені (код ВВСН-11) та перерахували на суху речовину (СР).

Насіння пророщували в чашках Петрі на зволоженому фільтрувальному папері в термостаті за температури  $20 \pm 2$  °С до стадії 07 без світла, далі – при освітленні. Перед пророщуванням насіння обробляли робочим розчином протруйника і регулятора росту АКМ [6] за схемою (табл. 1), із розрахунку 10 л робочого розчину на 1 т насіння. Повторність варіантів у досліді – чотириразова.

Таблиця 1 – Схема досліді

Варіант, №	Препарат, норма витрати, л/т	Склад робочого розчину, г/л
1 (к)	–	Вода
2	Ламардор, 0,2 л/т	Тебуконазол – 3 г/л, Протіоконазол – 5 г/л
3	Ламардор, 0,1 л/т	Тебуконазол – 1,5 г/л, Протіоконазол – 2,5 г/л
4	Ламардор, 0,2 л/т + АКМ, 0,33 л/т	Тебуконазол – 3 г/л, Протіоконазол – 5 г/л Іонол – 0,018 мг/л, Диметилсульфоксид – 0,012 мг/л ПЕГ 400 і ПЕГ 1500 – 20 г/л

5	Ламардор, 0,1 л/т + АКМ, 0,33 л/т	Тебуконазол – 1,5 г/л, Протіоконазол – 2,5 г/л Іонол – 0,018 мг/л, Диметилсульфоксид– 0,012 мг/л ПЕГ 400 і ПЕГ 1500 – 20 г/л
---	-----------------------------------	--

В роботі використовували Ламардор 400 FS фірми "Байер КропСаєнс АГ" (Німеччина), іонол (ВНТ) марки "харч." (Китай), диметилсульфоксид марки "х.ч." (Україна), ПЕГ 400 і ПЕГ 1500 марки "ч." (Україна), аналітичні реактиви "ч.д.а." ("Sigma", США, Росія).

**Результати досліджень та їх обговорення.** Зернівка пшениці може зазнавати стресу протягом двох фаз свого існування: під час дозрівання на материнській рослині і в період набухання перед проростанням. Стрес у період набухання має тенденцію тимчасово затримувати проростання або навіть повністю його пригнічувати в насінні готовому до проростання. Тому дані про інтенсивність оксидативного стресу в насінні на початку проростання можна використовувати для оцінки його ростового потенціалу.

Інтенсивність процесів пероксидації ліпідів (ПОЛ) в обробленому насінні з умістом води 12-14 % (табл.2) дуже низька і вміст малонового діальдегіду не перевищує 22,7 нмоль/г сухої речовини (СР) (рис. 1). Обробка насіння Ламардором (вар. 2 і 3, табл.1) запобігає пероксидації і вміст МДА в тканинах насінни достовірно менший на 6-12 %.

Ефект пригнічення ПОЛ зростає за обробки насіння протруйником в комплексі з регулятором росту АКМ. Причому найбільший ефект спостерігається за використання АКМ з половинною нормою протруйника (вар. 5), де вміст МДА був менший на 38 %, порівняно до контролю і на 27 %, порівняно з варіантом обробки насіння половинною нормою протруйника (вар.3).

Таблиця 2 – Вміст сухої речовини в насінні, корені і проростку озимої пшениці сорту Антонівка

Варіант, №	Вміст сухої речовини, %					
	сухе (оброблене) насіння	набухле насіння (03)	колеоптіль (07)	корінь (07)	первинний листок (11)	корінь (11)
1	88,37±0,03	64,12±0,12	13,81±0,05	8,72±0,04	16,01±1,1	13,13±0,13
2	87,51±0,09*	64,78±0,05*	16,47±0,10*	14,51±0,05*	19,32±2,7*	11,38±0,12*
3	89,79±0,06*	63,77±0,07*	15,32±0,09*	12,11±0,09*	18,38±2,4*	11,28±0,12*
4	85,12±0,04*	64,13±0,13	14,02±0,04*	12,12±0,08*	17,29±0,11*	14,02±0,10*
5	87,89±0,01*	65,31±0,04*	14,92±0,04*	9,81±0,05*	15,48±0,11	12,03±0,10*

\*вірогідність різниці порівняно з контролем, P≤0,05

Поглинання води у фазу набухання (01-03) зернівки є передумовою для інтенсифікації метаболізму. Тому зменшення вмісту сухої речовини в набухломому насінні обумовлено поглинанням води і витратами на інтенсифікацію дихання. Найбільш інтенсивно вказані процеси проходять в необробленому насінні і обробленому половинною нормою протруйника і АКМ. Це узгоджується з інтенсифікацією ПОЛ в набухломому насінні варіантів 1 і 5. В цілому обробка насіння протруйником і регулятором росту затримує початок проростання.

У фазу проростання (03-07) зародковий корінь і етильований колеоптіль живляться гетеротрофно, тому накопичення сухої речовини в цих органах залежить від інтенсивності перетворення запасних речовин зернівки в розчинні форми і надходження їх до зародкового корінця і проростка. В необробленому насінні ефективність колеоптиля за гетеротрофного живлення проростка набагато більша, ніж кореня, тому вміст сухої речовини в в 1,6 рази більший, ніж у корені.

Обробка насіння Ламардором (вар. 2 і 3) підвищує ефективність гетеротрофного живлення кореня, де вміст сухої речовини збільшується в 1,4-1,7 рази і меншою мірою проростка (збільшення тільки в 1,1-1,2 рази).

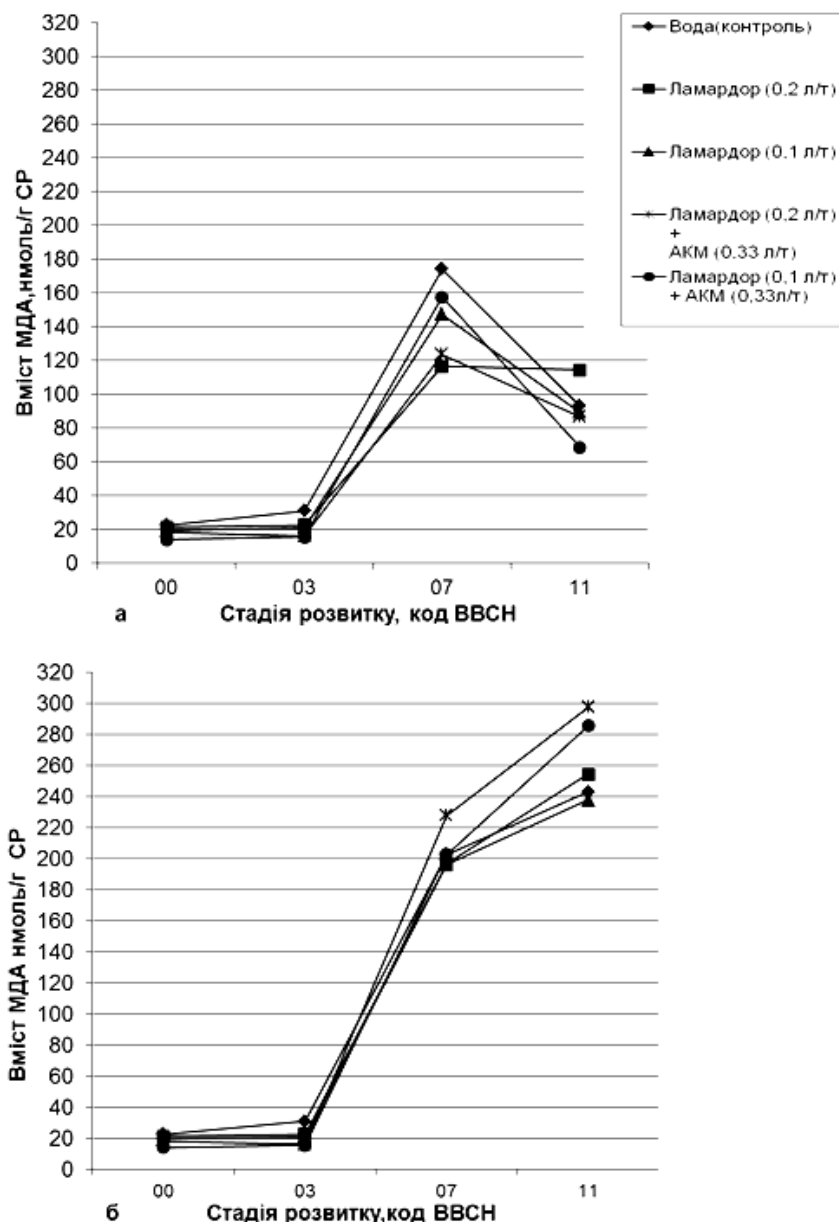


Рис. 1. Вплив протруйника і регулятора росту на вміст МДА в насінні, корені (а) та проростку (б) озимої пшениці, n=8-12.

Додавання до робочого розчину протруйника регулятора росту знижує ефективність гетеротрофного живлення кореня і зменшує позитивний ефект протруйника на ріст колеоптіля.

У фазу проростання (03-07) різко зростає інтенсивність процесів пероксидації ліпідів. Так в корені і проростку необробленого насіння вміст МДА сягає 174,3 і 202,8 нмоль/г СР (рис. 1), що свідчить про розвиток оксидативного стресу.

Обробка насіння Ламардором зменшує ступінь розвитку оксидативного стресу в корені і практично не впливає на цей процес у проростку. Зменшення вмісту МДА в корені з 174,3 нмоль/г СР (контроль) до 116,5 нмоль/г СР (вар. 2) і до 147,4 нмоль/г СР (вар. 3) позитивно впливає на ефективність гетеротрофного живлення кореня, що і обумовлює більше нагромадження сухої речовини у цьому органі. Додавання до протруйника регулятора росту зменшує антиоксидантний ефект протруйника, що добре корелює з нагромадженням сухої речовини.

З переходом до автотрофного живлення (07-11) зростає вміст сухої речовини (вар. 1) в корені в 1,5 рази, а в первинному листку в 1,2 рази, порівняно з періодом гетеротрофного живлення. За дії протруйника нагромадження сухої речовини в первинному листку збільшується в 1,15–1,21 рази. Тоді як в корені спостерігається зменшення вмісту сухої речовини, що може негативно вплинути на зимостійкість озимої пшениці в польових умовах. Додавання до протруйника регулятора росту зменшує ефект позитивної дії на асиміляцію в первинному листку і частково (вар. 5) або повністю (вар. 4) нейтралізує негативну дію протруйника на накопичення сухої речовини в корені.

Інтенсивність ПОЛ в корені і проростку при переході до автотрофного живлення змінюється неоднозначно. В первинному листку вміст МДА продовжує зростати, а в корені він знижується в 1,9 рази, порівняно з періодом гетеротрофного живлення. При цьому інтенсивність ПОЛ у первинному листку за дії протруйника і АКМ (вар. 2,4,5) зростає, про що свідчить достовірне збільшення (на 4,5–22,5 %) вмісту МДА. В корені досліджувані речовини виявляють незначний антиоксидантний ефект. Істотних кореляційних зв'язків між вмістом сухої речовини і МДА в період автотрофного живлення не виявлено.

При оцінці системного впливу протруйника і регулятора росту на процеси асиміляції в первинному листку і корені привертає увагу варіант обробки насіння повною нормою Ламардору і АКМ. За вказаного варіанта обробки насіння ефективність асиміляції в обох органах перевищує контроль в періоди і гетеротрофного, і автотрофного живлення.

**Висновки.** Інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів у тканинах зернівки, зародковому корені і проростку озимої пшениці протягом 00-11 фаз розвитку змінюється неоднозначно. В зародковому корені інтенсивність ПОЛ зростає у період гетеротрофного живлення і знижується при переході до автотрофного живлення, що свідчить про формування в корені адаптивної відповіді на фізіологічний і хімічний стрес під час проростання. Інтенсивність ПОЛ у проростку зростає протягом усієї фази проростання, що потребує подальших досліджень.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. – К.: Юнівест Медіа, 2010. – 544 с.
2. Пшениця. Захист від посіву до збирання врожаю. – К.: ТОВ "Байер", 2010. – 70 с.
3. Николаев О.Н. Участие супероксидного радикала в механизме фунгицидного действия фтолида и пробензола / О.Н. Николаев, А.А. Аверьянов // Физиология растений. – 1991. – № 3. – С. 512-520.
4. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и её регуляция / Ф.М. Шакирова. – Уфа: Гилем, 2001. – 160 с.
5. Мусієнко М.М. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин / М.М. Мусієнко, Т.В. Паршикова, П.С. Славний. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 200 с.
6. Пат. 10460 Україна, МКН<sup>7</sup> А 01С1/06, А01N 31/14. Антиоксидантна композиція "АОК-М" для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур / О.М. Заславський, В.В. Калитка, Т.О. Малахова (Україна). № 2004121 0460: заявл. 20.12.2004; опубл. 15.08.2005. – Бюл. № 8.

#### **Физиолого-биохимические реакции в семенах и проростках озимой пшеницы при действии регулятора роста АКМ и протравителя**

**Ю.О. Клипакова, М.В. Капинос**

Установлено, что при прорастании семян озимой пшеницы изменения в интенсивности пероксидного окисления липидов зависят от типа питания и специфики метаболизма в корне и проростке.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, семя, корень, проросток, малоновый диальдегид, оксидативный стресс.

#### **Physiological and biochemical responses in seeds and seedlings of winter wheat under the influence of growth regulator AKM and disinfectant**

**J. Klipakova, M. Kapinos**

Found that during the germination of winter wheat seeds changes in the intensity of lipid peroxidation are dependent on the nutrition type and the specific metabolism at the root and shoot.

**Key words:** winter wheat, seed, root, seedling, malondialdehyde, oxidative stress.