

УДК 633.11:581.48:631.547:577.115

ВМІСТ МАЛОНОВОГО ДІАЛЬДЕГІДУ В НАСІННІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА ЙОГО ПРОРОСТАННЯ

Ружицька О. М.¹, Захарієва З. Є.¹, Кіндрук М. О.², Селіванов А. М.²

¹ Одеський державний університет, кафедра ботаніки,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 270026, Україна

² Селекційно-генетичний інститут УААН,
вул. Овідіопольська дорога, 3, Одеса, 270036, Україна

Вивчали рівень процесів перекисного окислення ліпідів (за вмістом продукту окислення — малонового діальдегіду) у зародку, насінині без зародку та у цілій насінині озимої пшениці на початкових етапах проростання. Показано, що вміст малонового діальдегіду (далі МДА) у розрахунку на g матеріалу максимальний у зародку. Проростання насіння протягом першої доби супроводжується збільшенням вмісту МДА в частинах насінини у розрахунку на g повітряно-сухої речовини та на біологічну одиницю.

Ключові слова: пшениця, насіння, малоновий діальдегід, розвиток.

Проростання насіння — складний біологічний процес, який означає ініціацію функції генетичної програми розвитку, за якого зародок проростає і утворюється самостійний організм. Основними умовами для проростання насіння, що вийшло зі стану фізіологічного спокою, є сприятлива температура, доступ кисню та достатня вологість [3]. Із ендогенних факторів велику роль у регуляції стану спокою і проростання відіграють фітогормони [8]. Зміни вмісту ендогенних фітогормонів на початку проростання насіння призводять до певних зрушень у ланцюгу реакцій, які мають відношення до фізіологічних, біохімічних та генетичних процесів, відповідальних за подальший ріст і розвиток. І хоча природа ендогенних та екзогенних чинників, що впливають на ці процеси, вивчена досить детально, молекулярні механізми, які дозволяють високодиференційованим клітинам змінювати хід метаболічних процесів за переходу зародку від ембріогенезу до проростання, до кінця не з'ясовано.

В останній час все більшу увагу звертає на себе роль біомембран за стану спокою та проростання, бо саме на мембранах відбувається взаємодія ендогенних та екзогенних чинників, які впливають на ці процеси [4].

Можливо, зміна властивостей біомембран, яка сприяє виходу насіння зі стану спокою, пов'язана з вільнорадикальними реакціями перекисного окислення ліпідів (далі ПОЛ). Відомо, що реакції ПОЛ відіграють життєво важливу роль у регуляції метаболізму рослинних клітин і всього організму в цілому як за оптимальних умов, так і за дії несприятливих чинників. Є. Ю. Мордерером та Д. М. Гродзинським [5] висунута гіпотеза про участь реакцій ПОЛ у регуляції фізіологічного спокою насіння. Дані, отримані пізніше [6], підтвердили висновок про те, що реакції ПОЛ детермінують температурну залежність схожості насіння. В результаті інших досліджень [2] була показана можливість регуляції проростання за допомогою розчинів ретиноїдів (продуктів деградації каротину) та

етилового спирту, можливо, шляхом регуляції швидкості поглинання води насінням.

У зв'язку з цим метою нашої роботи було вивчення динаміки процесу ПОЛ у цілому насінні пшениці, у його частинах без зародків, а також у зародках у період від початку набубнявіння насіння до кільчення.

Матеріал та методи

Об'єктом дослідження було насіння озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) одеської селекції сорту Обрій. Пророщування насіння провадили на фільтрувальному папері в чашках Петрі з дистильованою водою при 20—24 °С. Інтенсивність процесів ПОЛ оцінювали за вмістом у тканинах продукту ПОЛ-малонового діальдегіду (далі МДА), який визначали за допомогою 2-ТБК-тесту [4]. Рівень МДА визначали в цілому насінні та окремо в зародках і у насінні без зародків (ендосперм) у розрахунку як на *г* досліджуваного матеріалу, так і на біологічну одиницю (одна насінина, один зародок, один ендосперм). Вміст води в насінні за набрякання визначали стандартним ваговим методом. Схожим вважали насіння, яке на 7-му добу пророщування формувало нормальні, без дефектів, паростки довжиною не менше довжини зернівки із сформованою кореневою системою. Достовірність відхилень досліду від контролю визначали статистично за допомогою критерію Ст'юдента [7].

Результати дослідження та їх аналіз

Схожість насіння за дослідних умов пророщування склала 95%. Цей показник свідчить про високу здатність насіння проростати і формувати нормальні проростки і, отже, про нормальний хід процесів життєдіяльності насіння за проростання.

Вивчення вмісту МДА в повітряно-сухому насінні показало, що тканинам зернівки властивий різний рівень ПОЛ (табл. 1). За вмістом МДА у цілому насінні та ендоспермі достовірної різниці не виявлено, тоді як у зародку його вміст у 2 рази більший. Маса зародку склала в середньому 2,4% від маси цілої зернівки. За розрахунком на біологічну одиницю вміст МДА у зародку становив 4,7% від його кількості у цілій насініні.

Таблиця 1

Вміст МДА ($M \pm m$) у різних частинах насіння озимої пшениці сорту Обрій

Об'єкт дослідження	Вміст МДА			
	Нмоль/г повітряно-сухого матеріалу	%	Нмоль на біологічну одиницю	%
Ціла насінина	$22,477 \pm 0,656$	100,0	$3,365 \pm 0,098$	100,0
Зародок	$43,933 \pm 1,024^*$	195,5	$0,159 \pm 0,003^*$	4,7
Ендосперм	$20,326 \pm 0,833$	90,4	$2,992 \pm 0,107$	88,9

* $p < 0,05$ у порівнянні з цілою насініною.

Відомо, що з набряканням насіння в ньому активуються метаболічні процеси [8]. На рис. 1 показано динаміку МДА в зародку, ендоспермі та цілій насініні

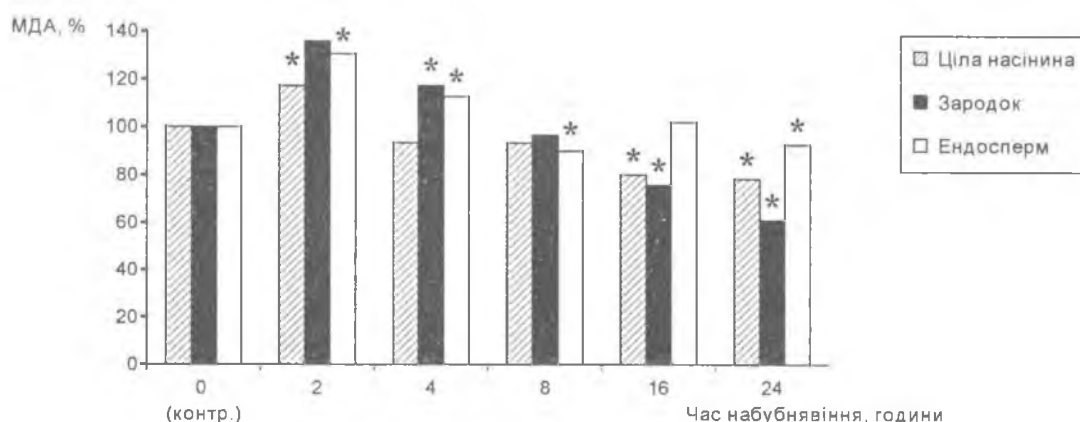


Рис. 1. Динаміка МДА у розрахунку на γ сирого матеріалу в різних частинах зернівки під час набубнявіння (% від контролю). * $p < 0,05$ у порівнянні з контролем

пшениці за процесу її набубнявіння в дистильованій воді. За розрахунком на сиру масу, максимальне збільшення вмісту МДА в частинах зернівки відбувається на другій годині набубнявіння насіння. В подальшому відбувається повільне зниження рівня ПОЛ, який на 24-у годину від набубнявіння складає у цілій насінині 78,1%, у зародку — 60,6%, у ендоспермі — 92,3% порівняно з контролем.

Враховуючи, що збільшення ваги насіння при набубнявінні в основному здійснюється за рахунок води, а темпи поглинання її у різних зонах насінини відмінні, досліджували динаміку поглинання води різними частинами зернівки. Як видно з рис. 2, поглинання води різними частинами зернівки протягом 24-х годин йде нерівномірно. За перші 2 години набрякання кількість поглиненої води насінням склала 15,9% від його початкової ваги, насінням без зародків — 14,8%, самим зародком — 60,9%. За наступні години швидкість поглинання води цілим насінням та насінням без зародків дещо зменшилася. Поступання води у зародок було трохи іншим. Після інтенсивного поглинання води зародком у перші 4

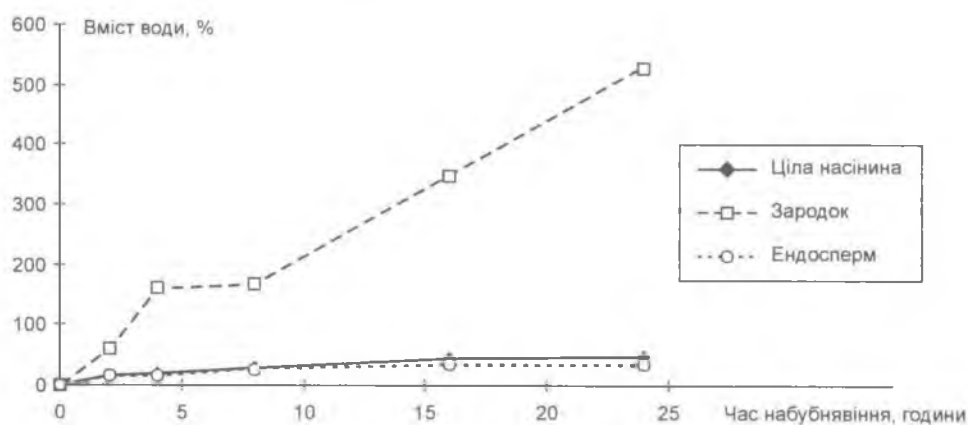


Рис. 2. Поглинання води частинами насінини під час набубнявіння (у % на початкову вагу матеріалу)

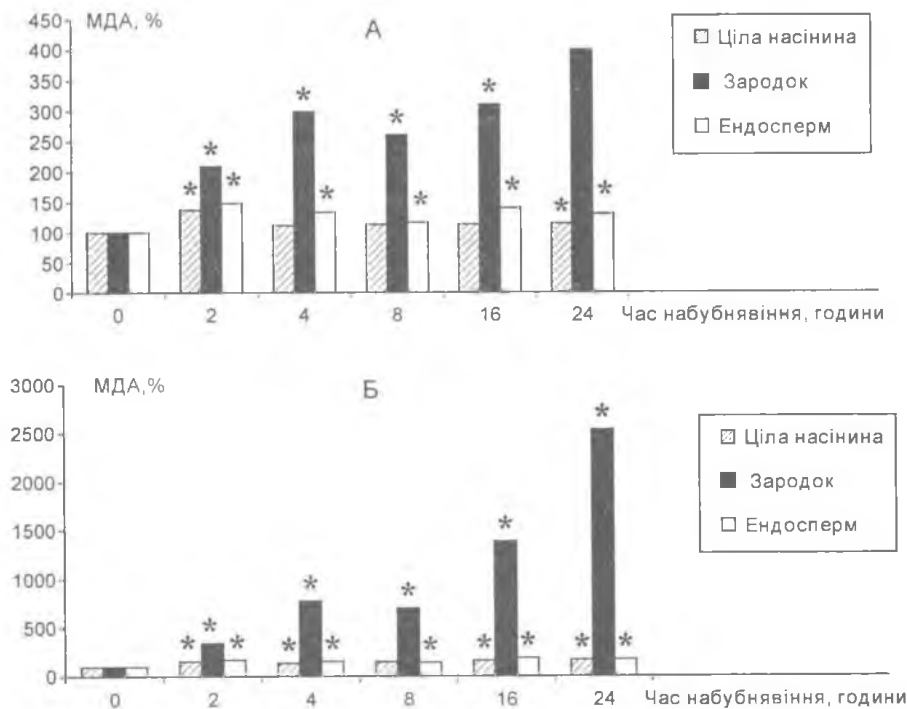


Рис. 3. Динаміка МДА у різних частинах зернівки від часу набубнявіння
 А — у розрахунку на г повітряно-сухого матеріалу; Б — у розрахунку на біологічну одиницю;
 * $p < 0,05$ у порівнянні з контролем

години на 8-й годині у набряканні спостерігається різкий спад, після якого швидкість поглинання води знову збільшується і вже не зменшується протягом наступних 16 годин. Збільшення поглинання води зародком у другій половині доби пов'язано з початковим ростом паростка (кінчик зародкового корінця висувався з плідних оболонок). Кількість поглиненої води за 24 години проростання склала щодо початкової ваги: у зародку 527,2%, у насінині без зародку — 36,6%, у цілій насінині — 48,5%. Таким чином, найбільша кількість поглиненої води і найвища швидкість поглинання відбувається у зародку, який після набубнявіння проростає.

На рис. 3 наведено дані про рівень МДА у насінині протягом першої доби проростання з урахуванням кількості поглиненої води різними частинами зернівки. З рис. 3А видно, що набубнявіння насіння супроводжується зростанням у його частинах вмісту МДА, яке в більшій мірі проявляється у зародку. Так, вміст МДА через 24 години набубнявіння зріс щодо свого початкового значення у зародку на 300%, тоді як у ендоспермі та цілій насінині — на 30% та 14% відповідно. Крім того, вміст МДА у зародку був вищим, ніж у цілій насінині та ендоспермі протягом цілої доби. Динаміка вмісту МДА у розрахунку на біологічну одиницю (рис. 3Б) підтверджує закономірність, яка була виявлена за розрахунком МДА на г повітряно-сухого матеріалу. Слід, однак, підкреслити, що ступінь цих змін значно вищий. Так, збільшення вмісту МДА через 24 години набубнявіння у ендоспермі та цілій насінині склало у 1,8 і 1,7 разів відповідно, а у зародку — у 25 разів.

Зміни рівня ПОЛ у насінні озимої пшениці відбуваються вже на 2-гу годину набубнявіння (рис. 1, 3), коли в насінні домінують фізичні процеси розповсюдження води у тканинах, але ще не виявляється якісних чи кількісних змін пептидів [1]. Аналізуючи отримані експериментальні дані, можна стверджувати, що поглинання води, яке слугує пусковим чинником проростання, супроводжується зміною рівня МДА у частинах зернівки, що може істотно впливати на стан біологічних мембран і регуляцію метаболічних процесів на початкових етапах проростання насіння.

Отримані дані дають підставу зробити висновки:

1. За вмістом МДА на 1 г повітряно-сухого матеріалу, ціла насінина та її окремі частини розташовуються у такому порядку: насінина без зародку < ціла насінина < зародок. За розрахунком МДА на біологічну одиницю цей порядок змінюється, а саме: зародок < насінина без зародку < ціла насінина.

2. Поглинання води насінням при набубнявінні супроводжується збільшенням вмісту МДА (у розрахунку на повітряно-суху масу та на біологічну одиницю) у цілій насінині, її частині без зародку та (особливо) у самому зародку

Література

1. Ангелова В. С., Холодова В. П. Электрофоретический спектр растворимых белков зародышей семян пшеницы в связи с жизнеспособностью // Физиология растений. — 1993. — Т. 40, № 2. — С. 889—892.
2. Андрианова Ю. Е., Бакуридзе Ц. Л. Влияние ретиноидов и этилового спирта на проростание семян // Известия РАН. Серия биологическая. — 1996. — № 5. — С. 565—570.
3. Жизнеспособность семян / Под ред. М. К. Фирсовой. — М.: Колос, 1978. — 415 с.
4. Мерзляк М. Н., Погосян С. И., Юферова С. Г., Шевырева В. П. Использование 2-тиобарбитуровой кислоты в исследовании перекисного окисления липидов в тканях растений // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. — 1978. — № 9. — С. 86—94.
5. Мордерер Є. Ю., Гродзинський Д. М. Перекисне окислення ліпідів і регуляція стану органічного спокою насіння // Укр. ботан. журн. — 1988. — Т. 45, № 6. — С. 84—90.
6. Мордерер Є. Ю., Гродзинський Д. М. Вплив прооксидантів та інгібіторів перекисного окислення ліпідів на залежність схожості насіння *Lactuca sativa* L. від температури // Укр. ботан. журн. — 1992. — Т. 49, № 6. — С. 63—65.
7. Плохинский Н. А. Математические методы в биологии. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. — 265 с.
8. Полевой В. В., Саламатова Т. С. Физиология роста и развития растений. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. — 240 с.

СОДЕРЖАНИЕ МАЛОНОВОГО ДИАЛЬДЕГИДА В СЕМЕНАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРОРАСТАНИИ

О. Н. Ружицкая¹, З. Е. Захариева¹, Н. А. Киндрук², А. Н. Селиванов²

¹ Одесский государственный университет, кафедра ботаники,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 270026, Украина

² Селекционно-генетический институт УААН,
ул. Овидиопольская дорога, 3, Одесса, 270036, Украина

Резюме

Изучали уровень процессов перекисного окисления липидов (по содержанию продукта окисления — малонового диальдегида) в зародыше, зерновке без зародыша и в целой зерновке озимой пшеницы на начальных этапах прорастания.

Показано, что содержание малонового диальдегида (далее МДА) в расчете на г материала максимально в зародыше. Прорастание семени на протяжении первых 24-х часов сопровождается увеличением содержания МДА в частях семени в расчете на г воздушно-сухого вещества и на биологическую единицу.

Ключевые слова: пшеница, семена, малоновый диальдегид, развитие.

THE CONTENTS OF MALONIC DIALDEHYDE IN WINTER WHEAT SEEDS TO SPOUT

O. N. Rujitskaya ¹, Z. E. Zaharieva ¹, N. A. Kindruk ², A. N. Selivanov ²

¹ Odessa State University, Department of Botany,
Dvoryanskaya St., 2, Odessa, 270026, Ukraine

² Selection and Genetic Institute of the Ukrainian Academy of Agricultural Sciences,
Ovidiopolskaya road St., 3, Odessa, 270036, Ukraine

Summary

The intensity of lipid peroxidation processes (by the contents of lipid peroxidation product — malonic dialdehyde) in embryo, in the whole grain and its part without embryo at initial stages of spouting, has been studied.

It is shown, that the contents of malonic dialdehyde in embryo is maximum per gram of material. Spouting of seeds during the first 24-th hours is accompanied in separate parts by the increase of МДА contents per gram of dry substance and on the biological unit.

Key words: wheat, seeds, malonic dialdehyde, growth.