

## ... ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН ...

УДК: 577.121: 633.11

### ВПЛИВ АНТИОКСИДАНТНИХ ПРЕПАРАТІВ АОК-М ТА МАРС-1 НА МОРОЗОСТІЙКІСТЬ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ПРИ ДОПОСІВНІЙ ІНКРУСТАЦІЇ НАСІННЯ

Т.В.Герасько, В.В.Калитка

*Таврійська державна агротехнічна академія (Мелітополь, Україна)*

Досліджували вплив антиоксидантних препаратів АОК-М та Марс-1 на морозостійкість озимої м'якої (*Triticum aestivum* L.) і твердої (*Triticum durum* Desf.) пшениці при допосівній інкрустації насіння. Встановлено, що препарати АОК-М та Марс-1 підвищують морозостійкість проростків, знижуючи інтенсивність процесів пероксидації ліпідів і запобігаючи ушкодженню клітинних мембран. Інкрустація насіння менш морозостійких сортів Панна, Айсберг одеський, Дельфін вищевказаними препаратами наближує їх за показниками антиоксидантного статусу та морозостійкості до більш морозостійкого сорту Миронівська 65. Причому препарат АОК-М має вищий протекторний ефект за препарат Марс-1.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., *Triticum durum* Desf., морозостійкість, антиоксиданти, пероксидація ліпідів, клітинні мембрани.

#### Вступ

Низька температура є одним з найбільш важливих стресових факторів, що обмежує ріст і продуктивність зернових культур. Відомо, що під впливом низьких температур посилюються процеси пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) мембран рослинних клітин, що веде до їх патології (Жиров та ін., 1982). Встановлено зв'язок між морозостійкістю озимих зернових і активністю антиоксидантних ферментів каталази (Колоша, 1986) і пероксидази (Капустян, 2002). Інтенсивність процесів ПОЛ та активність антиоксидантних ферментів можна регулювати екзогенними речовинами антиоксидантної дії (Карасев, Колоша, 1982). Показано, що синтетичні регулятори росту антиоксидантного типу, використані в малих концентраціях, знижують вміст продуктів ПОЛ та підвищують морозостійкість проростків озимої пшениці (Дерябин та ін., 2002).

Кафедрою загального землеробства Таврійської агротехнічної академії була створена антиоксидантна композиція АОК-М для передпосівної інкрустації насіння сільськогосподарських культур на основі дистинолу і поліетиленоксидів (ПЕО) (Заславський та ін., 2005). Дистинол, який являє собою комплекс іонулу та диметилсульфоксиду (ДМСО) (Калитка та ін., 1992), виявляє антиоксидантну активність *in vitro* (Калитка, Донченко, 1995) та впливає на активність ферментів антиоксидантної системи захисту у тварин (Калитка та ін., 1994). ПЕО також мають антиоксидантні властивості (Колоша та ін., 1993): обприскування рослин томатів розчином ПЕО 400 знижувало накопичення гідропероксидів та малонового діальдегіду (МДА) в рослинах томатів за дії охолодження. Відомий склад для передпосівної інкрустації насіння сільськогосподарських культур Марс-1 містить 0,1–4,5 % ПЕО та 95,5–99,9 % води (Мазалова та ін., 2000). Використання вищевказаних препаратів для передпосівної інкрустації насіння озимої пшениці, з огляду на їх антиоксидантні властивості, може мати протекторну роль для клітинних мембран проростків за дії негативних температур.

Метою даної роботи було з'ясувати вплив передпосівної інкрустації насіння озимої пшениці препаратами Марс-1 та АОК-М на морозостійкість проростків, інтенсивність процесів пероксидації ліпідів і проникність клітинних мембран в проростках за умов промороження.

#### Об'єкти та методи дослідження

Рослинним матеріалом слугувала озима м'яка пшениця (*Triticum aestivum* L.) морозостійкого сорту Миронівська 65 та менш стійкого сорту Панна, а також озима тверда пшениця (*Triticum durum* Desf.) сортів Айсберг одеський та Дельфін. Сорт Миронівська 65 лісостепового екотипу, решта сортів степового екотипу. Насіння обробляли методом інкрустації (10 л бакової суміші на 1 т насіння) водними розчинами препарату АОК-М (0,0001% за дистинолом) та Марс-1 (2%). Контролем слугував обробіток дистильованою водою з розрахунку 10 л на 1 т насіння (контроль 2).

Після трьохденного пророщування в чашках Петрі на фільтрувальному папері при температурі 20°C, освітленості 5 клк, тривалості світлового дня – 12 годин, частина рослин контрольного варіанту

(K2) була залишена у вихідних умовах, без охолодження (контроль 1). Решта була розміщена в холодильній камері для визначення морозостійкості. Морозостійкість визначали через загартування та проморожування (Методы оценки ..., 1976): рослини загартовували протягом 7 діб при температурі 0...2°C (перша стадія загартування), 3 доби – при -4...-5°C (друга стадія загартування), при цьому рослини освітлювалися люмінесцентною лампою (5 клк) з фотоперіодом 12 годин. Потім температуру поступово знижували до -15°C протягом однієї доби в темноті. Далі рослини витримували при 2°C 1 добу і відрощували при температурі 20°C протягом 7 діб за освітленості 5 клк, тривалості світлового дня – 12 годин, після чого візуально визначали кількість живих рослин. Окремо відібрану частину рослин з кожного варіанту досліду використовували для біохімічних аналізів та визначення проникності клітинних мембран листків проростків, що проводили перед 1 етапом загартування, після 1 етапу загартування, після 2 етапу загартування та після проморожування і відрощування.

Інтенсивність ПОЛ оцінювали за вмістом малонового діальдегіду (МДА), який визначали за реакцією з тіобарбітуровою кислотою (Владимиров, Арчаков, 1972). Проникність клітинних мембран листків проростків визначали за виходом електролітів в дистильовану воду. Екзоосмос електролітів обчислювали у відсотках від повного виходу електролітів, визначеного у вбитих кип'ятінням рослинних зразків, мембрани яких зруйновані (Зауралов, Лукаткин, 1985). Ступінь холододового ушкодження клітин оцінювали за величиною коефіцієнта ушкодження (КУ), який знаходили за формулою:

$$КУ = \frac{(Ld - Lo)}{(100 - Lo)} \times 100\%,$$

де  $Ld$  – вихід електролітів відповідно з тканин дослідних рослин (% від повного виходу електролітів),  $Lo$  – вихід електролітів відповідно з тканин неохолоджених рослин (% від повного виходу електролітів) (Зауралов, Лукаткин, 1985).

Визначення проводили в трьох незалежних дослідах, кожен з яких складався з 6 біологічних повторностей (висічки листя з 18–20 проростків). Отримані дані опрацьовували статистично (Лакин, 1990). Наведені дані є середніми значеннями з трьох дослідів з їхніми стандартними помилками. Різниці вірогідні при  $P \leq 0,05$ .

### Результати та обговорення

Як видно з табл. 1, величина проникності мембран до 1 етапу загартування була максимальною у морозостійкого сорту Миронівська 65; нижчою – в сортів Панна, Айсберг одеський і найменшою – в сорту Дельфін. Причому різниці між варіантами обробки не відмічено.

За дії низької температури (+2°C, 1 етап загартування) вихід іонів з клітин дещо зріс. Але коефіцієнт ушкодження був незначним, за винятком контролю 2 для сорту Дельфін (табл. 2). При цьому треба відмітити, що у варіантах обробки препаратом АОК-М він набув від'ємних значень в усіх піддослідних сортах. Від'ємні значення коефіцієнту ушкодження відмічені також у варіантах обробки препаратом Марс-1 сортів Миронівська 65 та Айсберг одеський. Це говорить про укріплення клітинних стінок піддослідних рослин, що пройшли 1 етап загартування, порівняно з неохолодженими рослинами. Наведені дані узгоджуються з наявними даними щодо підвищення стійкості мембран загартованих рослин озимої пшениці (Новицкая, Пауков, 1985) та озимого жита (Streb et al., 1999).

Після 2 етапу загартування, за дії на рослини температури -4°C, вихід електролітів збільшився в усіх варіантах досліду (табл. 1) і перевищував рівень для неохолоджених рослин (контроль 1), за винятком сортів Миронівська 65 (всі варіанти обробки) та Айсберг одеський (варіант обробки АОК-М). Звертає на себе увагу, що у варіантах обробки препаратом АОК-М кожного з піддослідних сортів спостерігався менший вихід електролітів порівняно з контролем 2. Рослини у варіантах обробки препаратом Марс-1 сортів Панна, Айсберг одеський та Дельфін також мали меншу проникність клітинних мембран порівняно з контролем 2, але препарат АОК-М мав вищий ефект за препарат Марс-1. Коефіцієнт ушкодження після 2 етапу загартування виріс у всіх варіантах досліду (табл. 2), окрім сорту Миронівська 65, обробленого АОК-М, де цей показник навіть дещо знизився. Це вказує на те, що за дії негативної, але не летальної, температури рослини морозостійкого сорту можуть продовжувати адаптивні зміни свого метаболізму, спрямовані на укріплення клітинних мембран.

Після проморожування (-15°C) і відрощування проникність клітинних мембран зростає в усіх варіантах досліду (табл. 1). Коефіцієнт ушкодження після проморожування і відрощування (табл. 2) був найбільшим у сорту Дельфін за відсутності обробки антиоксидантними препаратами. Найменшим був коефіцієнт ушкодження у сорту Миронівська 65 за обробки препаратом АОК-М. Рослини у варіантах обробки препаратом Марс-1 сортів Панна, Айсберг одеський, Дельфін та варіантах обробки препаратом АОК-М усіх піддослідних сортів мали менший вихід електролітів порівняно з контролем 2 (табл. 1). Причому обробка препаратом АОК-М дала вищий ефект за обробку препаратом Марс-1.

Кількість рослин, що вижили після проморожування ( $-15^{\circ}\text{C}$ ), була вищою порівняно з контролем 2 (табл. 1) у варіантах обробки препаратом Марс-1 сортів Миронівська 65, Панна, Айсберг одеський та у варіантах обробки препаратом АОК-М усіх піддослідних сортів. Причому обробка препаратом АОК-М усіх піддослідних сортів дала вищий ефект за обробку препаратом Марс-1. Передпосівна інкрустація насіння сорту Миронівська 65 препаратами Марс-1 та АОК-М підвищила виживаність рослин після проморожування відповідно на 10,0% та 18,5% (абс.) порівняно з контролем 2. У сорту Панна цей показник виріс за дії антиоксидантних препаратів Марс-1 та АОК-М на 16,0% та 22,5% (абс.), у сорту Айсберг одеський – на 8,5% та 16,7% (абс.), у сорту Дельфін – на 8,0% та 16,3% (абс.) відповідно (табл. 1).

Таблиця 1.

**Вихід електролітів з листків проростків озимої пшениці та кількість рослин, що вижили після проморожування, %**

Варіант	Вихід електролітів, % від повного виходу електролітів				Кількість рослин, що вижили після проморожування, %
	До 1 етапу загартування	Після 1 етапу загартування ( $+2^{\circ}\text{C}$ )	Після 2 етапу загартування ( $-4^{\circ}\text{C}$ )	Після проморожування ( $-15^{\circ}\text{C}$ ) і відрощування	
<b>Миронівська 65</b>					
Неохолоджені рослини (контроль 1)	-	$16,40 \pm 0,15$	$16,29 \pm 0,07$	$16,13 \pm 0,04$	-
Дистильована вода (контроль 2)	$15,96 \pm 0,09$	$16,41 \pm 0,08$	$16,44 \pm 0,09$	$16,75 \pm 0,11^*$	$76,5 \pm 1,7$
Марс-1	$15,94 \pm 0,04$	$16,36 \pm 0,07$	$16,37 \pm 0,05$	$16,53 \pm 0,08^*$	$86,5 \pm 2,2$
АОК-М, 0,0001%	$15,90 \pm 0,06$	$16,25 \pm 0,11$	$16,10 \pm 0,05$	$16,33 \pm 0,12$	$95,0 \pm 1,3$
<b>Панна</b>					
Неохолоджені рослини (контроль 1)	-	$16,13 \pm 0,08$	$16,17 \pm 0,06$	$16,04 \pm 0,04$	-
Дистильована вода (контроль 2)	$15,59 \pm 0,24$	$16,30 \pm 0,10$	$16,99 \pm 0,08^*$	$17,33 \pm 0,10^*$	$51,0 \pm 2,1$
Марс-1	$15,35 \pm 0,20$	$16,20 \pm 0,09$	$16,74 \pm 0,09^*$	$17,17 \pm 0,08^*$	$67,0 \pm 1,3$
АОК-М, 0,0001%	$15,10 \pm 0,09$	$16,09 \pm 0,08$	$16,39 \pm 0,09^*$	$16,80 \pm 0,12^*$	$73,5 \pm 1,7$
<b>Айсберг одеський</b>					
Неохолоджені рослини (контроль 1)	-	$16,20 \pm 0,06$	$16,25 \pm 0,05$	$16,14 \pm 0,06$	-
Дистильована вода (контроль 2)	$15,65 \pm 0,09$	$16,34 \pm 0,16$	$17,11 \pm 0,09^*$	$17,48 \pm 0,11^*$	$49,3 \pm 2,3$
Марс-1	$15,43 \pm 0,07$	$16,03 \pm 0,07$	$16,79 \pm 0,08^*$	$17,18 \pm 0,10^*$	$57,8 \pm 2,1$
АОК-М, 0,0001%	$15,28 \pm 0,15$	$15,93 \pm 0,15$	$16,42 \pm 0,11$	$16,65 \pm 0,12^*$	$66,0 \pm 2,5$
<b>Дельфін</b>					
Неохолоджені рослини (контроль 1)	-	$15,98 \pm 0,06$	$16,05 \pm 0,05$	$16,10 \pm 0,04$	-
Дистильована вода (контроль 2)	$15,49 \pm 0,22$	$16,41 \pm 0,20$	$17,49 \pm 0,13^*$	$17,82 \pm 0,08^*$	$45,5 \pm 2,4$
Марс-1	$15,26 \pm 0,14$	$16,17 \pm 0,13$	$17,04 \pm 0,08^*$	$17,48 \pm 0,06^*$	$53,5 \pm 2,3$
АОК-М, 0,0001%	$14,95 \pm 0,08$	$15,87 \pm 0,09$	$16,63 \pm 0,10^*$	$17,03 \pm 0,04^*$	$61,8 \pm 2,1$

\* – різниця вірогідна порівняно з неохолодженим контролем даного сорту,  $P \leq 0,05$

Між коефіцієнтом ушкодження та кількістю рослин, що вижили після проморожування, виявлена сильна негативна кореляція:  $r = -0,95$ .

Багато авторів вказують на участь у руйнуванні клітинних мембран МДА, який модифікує мембранні білки та дезактивує деякі ферменти (Владимиров, Арчаков, 1972; Курганова та ін., 1997). Передпосівна інкрустація антиоксидантними препаратами насіння озимої пшениці знижувала вміст МДА (табл. 3) в рослинах вже з 1 етапу досліду (перед 1 етапом загартування). Причому інкрустація насіння усіх піддослідних сортів препаратом АОК-М давала зниження вмісту МДА порівняно з контролем 2. Тоді як препарат Марс-1 давав ефект лише на сортах озимої м'якої пшениці – Миронівська 65 і Панна. Хоча різниці між препаратами не відмічено в жодному з варіантів досліду.

Як видно з табл. 3, у рослин усіх піддослідних сортів після 1 етапу загартування вміст МДА суттєво знижувався, що можна пояснити підвищенням ступеня адаптації рослин на цьому етапі.

Таблиця 2.

## Коефіцієнт ушкодження, визначений за виходом електrolітів

Варіант	Коефіцієнт ушкодження		
	Після 1 етапу загартування	Після 2 етапу загартування	Після проморожування (-15°C) і відрощування
Миронівська 65			
Дистильована вода (контроль 2)	0,02	0,19	0,74
Марс-1	-0,04	0,10	0,47
АОК-М, 0,0001%	-0,17	-0,22	0,24
Панна			
Дистильована вода (контроль 2)	0,21	0,98	1,54
Марс-1	0,08	0,68	1,35
АОК-М, 0,0001%	-0,04	0,26	0,91
Айсберг одеський			
Дистильована вода (контроль 2)	0,18	1,03	1,59
Марс-1	-0,20	0,64	1,23
АОК-М, 0,0001%	-0,32	0,20	0,81
Дельфін			
Дистильована вода (контроль 2)	0,52	1,72	2,05
Марс-1	0,23	1,18	1,64
АОК-М, 0,0001%	-0,13	0,69	1,10

Звертає на себе увагу, що подальше підвищення вмісту МДА (табл. 3) після 2 етапу загартування відбувалося неоднаково. У морозостійкого сорту Миронівська 65 вміст МДА підвищився майже однаково в усіх варіантах досліду (в 1,8 рази) порівняно з рівнем МДА після 1 етапу загартування, тоді як, порівняно з початковим рівнем МДА, він практично не змінився. У сортів Панна, Айсберг одеський і Дельфін у контрольному варіанті (контроль 2) спостерігалось різке підвищення вмісту МДА, як порівняно з рівнем МДА після 1 етапу загартування (у 2,5; 1,9; 2,3 рази відповідно), так і відносно вихідного рівня МДА (у 2,0; 1,5; 2,0 рази). У варіантах з передпосівною інкрустацією насіння препаратом Марс-1 вміст МДА збільшився дещо менше, ніж в контролі 2: у сорту Панна – у 1,8 рази порівняно з 1 етапом загартування і в 1,7 рази відносно вихідного рівня; у сорту Айсберг одеський – відповідно у 1,7 та в 1,4 рази; у сорту Дельфін – відповідно у 2,3 та в 1,9 рази. Передпосівна інкрустація препаратом АОК-М сприяла стабілізації процесів ліпопероксидації. Так, вміст МДА збільшився в рослинах сорту Панна – у 1,7 рази порівняно з 1 етапом загартування і в 1,5 рази відносно вихідного рівня; у сорту Айсберг одеський – відповідно у 1,7 та в 1,3 рази; у сорту Дельфін – відповідно у 2,0 та в 1,5 рази.

Після проморожування та відрощування відбувалося загальне зниження вмісту МДА. Причому у рослин сорту Миронівська 65 відносно вихідного рівня МДА в контролі 2 він знизився у 1,4 рази, за дії препарату Марс-1 – у 1,6 рази, за дії АОК-М – у 3,3 рази. Вміст МДА в рослинах сорту Панна після проморожування та відрощування, хоч і знизився порівняно з 2 етапом загартування, в контролі 2 та за дії препарату Марс-1 виріс по відношенню до початкового рівня однаково – в 1,2 рази. За дії препарату АОК-М вміст МДА в рослинах цього сорту після проморожування та відрощування практично не відрізнявся від початкового рівня. У рослин сорту Айсберг одеський зниження вмісту МДА по відношенню до початкового рівня відбулося лише за дії антиоксидантного препарату АОК-М – у 1,3 рази. В контролі 2 та за дії препарату Марс-1 рівень МДА в рослинах цього сорту практично не змінився після проморожування та відрощування порівняно з початковим. У рослин сорту Дельфін вміст МДА відносно вихідного рівня МДА підвищився майже однаково у контролі 2 та за дії препарату Марс-1 – у 1,4 рази. За дії препарату АОК-М вміст МДА в рослинах сорту Дельфін після проморожування та відрощування практично повернувся до свого початкового рівня.

**Таблиця 3.**  
**Вміст МДА в рослинах озимої пшениці за різних варіантів допосівної інкрустації насіння**

Варіант	Вміст МДА, нмоль/г нав.			
	До 1 етапу загартування	Після 1 етапу загартування (+2°C)	Після 2 етапу загартування (-4°C)	Після проморожування (-15°C) і відрощування
<b>Миронівська 65</b>				
Дистильована вода (контроль 2)	585,7 ± 11,5	319,9 ± 11,8	578,4 ± 11,9	426,6 ± 12,4
Марс-1	437,7 ± 11,4	231,6 ± 11,2	417,4 ± 11,3	270,9 ± 11,6
АОК-М, 0,0001%	411,0 ± 11,6	218,9 ± 11,5	387,1 ± 11,4	126,1 ± 11,5
<b>Панна</b>				
Дистильована вода (контроль 2)	355,3 ± 27,0	286,5 ± 13,4	696,4 ± 12,6	433,4 ± 11,7
Марс-1	273,4 ± 13,6	243,8 ± 10,8	446,1 ± 11,4	310,0 ± 10,7
АОК-М, 0,0001%	265,2 ± 14,0	225,4 ± 11,5	395,9 ± 11,6	277,3 ± 11,8
<b>Айсберг одеський</b>				
Дистильована вода (контроль 2)	406,0 ± 10,7	331,2 ± 10,6	619,7 ± 28,3	427,4 ± 11,1
Марс-1	384,6 ± 18,5	309,8 ± 10,7	523,5 ± 10,8	352,6 ± 18,3
АОК-М, 0,0001%	363,2 ± 10,5	277,8 ± 11,0	459,4 ± 10,4	277,8 ± 10,9
<b>Дельфін</b>				
Дистильована вода (контроль 2)	341,9 ± 10,8	299,1 ± 10,7	673,1 ± 17,5	491,5 ± 21,0
Марс-1	310,0 ± 10,6	256,4 ± 18,4	587,6 ± 21,4	428,1 ± 11,2
АОК-М, 0,0001%	278,1 ± 10,3	213,7 ± 10,5	419,5 ± 10,9	299,1 ± 21,2

Проведені дослідження показали, що обробка насіння препаратами Марс-1 та АОК-М знижує вміст МДА в рослинах озимої пшениці на всіх етапах дослідження. Але лише обробка АОК-М дала зниження вмісту МДА порівняно з контролем вже з 1 етапу експерименту. Вказаний ефект, можливо, пов'язаний з дією складової препарату АОК-М – дистинолу, який має підвищену антиоксидантну активність у біосистемах (Калитка та ін., 1994).

Кореляція між ступенем холодового ушкодження клітин та інтенсивністю ПОЛ у рослин озимої пшениці була дуже високою:  $r = 0,85$ . Виявлена сильна негативна кореляція між вмістом МДА в листках проростків та кількістю рослин, що вижили після проморожування:  $r = -0,83$ . Це свідчить про безпосередню участь МДА в ушкодженні клітинних мембран за дії негативних температур, що, в свою чергу, веде до загибелі рослинних клітин. Одержані дані узгоджуються з літературними свідченнями про посилену участь ПОЛ в ушкодженні менш морозостійких сортів озимої пшениці порівняно з більш морозостійкими (Карасєв, 1985).



Результати, одержані в даному експерименті, свідчать, що інкрустація насіння озимої пшениці препаратами Марс-1 та АОК-М знижує інтенсивність процесів пероксидації ліпідів і запобігає ушкодженню клітинних мембран, що позитивно відбивається на морозостійкості проростків. Інкрустація насіння менш морозостійких сортів Панна, Айсберг одеський, Дельфін вищевказаними препаратами наближує їх за показниками антиоксидантного статусу та морозостійкості до більш морозостійкого сорту Миронівська 65. Причому препарат АОК-М має вищий протекторний ефект за препарат Марс-1.

### Список літератури

- Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. – М.: Наука, 1972. – 252с.
- Дерябин А.Н., Сальникова Е.Б., Астахова Н.В. и др. Антиоксидантный эффект амбиола на проростки пшеницы сорта Мионовская 808 в связи с морозостойкостью // IV международная конференция Биоантиоксидант. – М., 2002. – С. 163–164.
- Жиров В.К., Мерзляк М.Н., Кузнецов Л.В. Перекисное окисление мембранных липидов холодостойких растений при повреждении отрицательными температурами // Физиология растений. – 1982. – Т.29. – С. 1045–1053.
- Заславський О.М., Калитка В.В., Малахова Т.О. / Пат. № 10460, Україна, 6 А 01 С 1/06. Антиоксидантна композиція «АОК-М» для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур. – Опубл. 15.08.2005. – Бюл. №8.
- Зауралов О.А., Лукаткин А.С. Кинетика экзоосмоса электролитов у теплолюбивых растений при действии пониженных температур // Физиология растений. – 1985. – Т.32. – С. 347–354.
- Калитка В.В., Донченко Г.В. Вивчення антиоксидантової активності препарату дистинол за умов *in vitro* // Укр. біохім. журн. – 1995. – Т.67, №4. – С. 87–92.
- Калитка В.В., Лысенко В.И., Шкопский Е.А. / А.с. 17222391 СССР, МКИ А23К 1/16. Способ кормления цыплят-бройлеров. – Опубл. 03.03.92. – Бюл. №12.
- Калитка В.В., Савранська О.В., Калугіна І.П. Вплив іонулу і диметилсульфоксиду на активність ферментів антиоксидантного захисту у курчат // Укр. біохім. журн. – 1994. – Т.66, №5. – С. 27–31.
- Капустян А.В. Ізоферментний склад пероксидази озимих зернових за умов низькотемпературного стресу. Автореф. дис ... канд. біол. наук. – К., 2002. – 20с.
- Карасёв Г.С. Перекисное окисление липидов и применение антиоксидантов для повышения морозоустойчивости яровой пшеницы. Автореф. дис. канд. биол. наук. – К., 1985. – 16с.
- Карасев Г.С., Колоша О.И. Перекисное окисление липидов и устойчивость озимой пшеницы к отрицательным температурам // Повышение устойчивости растений к низким температурам. Тезисы докладов регионального совещания. – К.: Наук. думка, 1982. – С. 27–28.
- Колоша О.И. Криофитофизиологические механизмы адаптации и устойчивости // Физиология и биохимия культ. растений. – 1986. – 18, №6. – С. 555–567.
- Колоша О.И., Рябокляч В.А., Великожон Л.Г. Устойчивость томатов к низким температурам. – К.: Наук. думка, 1993. – 126с.
- Курганова Л.Н., Веселов А.П., Гончарова Т.А., Синицына Ю.В. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система хлоропластов гороха (*Pisum sativum* L.) при тепловом шоке // Физиология растений. – 1997. – Т.44, №5. – С. 742–746.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352с.
- Мазалова І.В., Діндорого В.Г., Галушко В.П. та ін. / Пат. № 27093, Україна, 6 А 01 С 1/06. Склад «Марс-1» для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур. – Опубл. 28.02.2000 – Бюл. №1.
- Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды / под ред. д.б.н. Г.В.Удовенко. – Л.: Колос, 1976. – 371с.
- Новицкая Г.В., Пауков В.Н. Роль липидов в адаптации растений озимых злаков к низким температурам // III Всесоюзная конференция «Устойчивость к неблагоприятным факторам среды и продуктивность растений». – Иркутск, 1985. – С. 41–46.
- Streb P., Shang W., Feierabend J. Resistance of cold-hardened winter rye leaves (*Secale cereale* L.) to photo-oxidative stress // Plant Cell Environ. – 1999. – Vol.22. – P. 1211–1223.

**ВЛИЯНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ АОК-М И МАРС-1 НА МОРОЗОСТОЙКОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ДОПОСЕВНОЙ ИНКРУСТАЦИИ СЕМЯН****Т.В.Герасько, В.В.Калитка**

Изучалось влияние антиоксидантных препаратов АОК-М и Марс-1 на морозостойкость озимой мягкой (*Triticum aestivum* L.) и твердой (*Triticum durum* Desf.) пшеницы при допосевной инкрустации семян. Установлено, что препараты АОК-М и Марс-1 повышают морозостойкость проростков, снижая интенсивность процессов перекисидации липидов и предотвращая повреждение клеточных мембран. Инкрустация семян менее морозостойких сортов Панна, Айсберг одесский и Дельфин вышеуказанными препаратами приближает их по показателям антиоксидантного статуса и морозостойкости к более морозостойкому сорту Мироновская 65. При этом препарат АОК-М имеет более высокий протекторный эффект, чем препарат Марс-1.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., *Triticum durum* Desf., морозостойкость, антиоксиданты, перекисидация липидов, клеточные мембраны.

**INFLUENCE OF ANTIOXIDANT PREPARATIONS AOK-M AND MARS-1 ON FROST RESISTANCE OF WINTER WHEAT AT PRESEEDING INCRUSTATION OF SEEDS****T.V.Geras'ko, V.V.Kalitka**

Influence of antioxidant preparations AOK-M and Mars-1 on frost resistance of winter soft (*Triticum aestivum* L.) and firm (*Triticum durum* Desf.) wheat was studied at preseeding incrustation of seeds. It is established, that preparations of AOK-M and Mars-1 raise frost resistance of sprouts, reducing intensity of lipid peroxidation process and preventing damage of cellular membranes. Incrustation of seeds of less cold-resistant varieties the Panna, the Aysberg odesskiy and the Delfin by the above-stated preparations approaches them on parameters of the antioxidant status and frost resistance to more cold-resistant variety Mironovskaya 65. Thus the preparation of AOK-M has higher protective effect, than a preparation Mars-1.

Key words: *Triticum aestivum* L., *Triticum durum* Desf., frost resistance, antioxidants, lipid peroxidations, cellular membranes.

---

Представлено Л.Г.Вельчевою  
Рекомендовано до друку В.Ф.Тимошенком