

CZU: 546:581.192+551.577.38:58

EFECTUL PREPARATULUI TIOGALMET ASUPRA ACTIVITĂȚII SISTEMULUI ENZIMATIC DE PROTECȚIE ANTIOXIDANTĂ A PLANTELOR ÎN CONDIȚII DE STRES OXIDATIV

ȘTEFÎRȚĂ Anastasia^{1,2}, BULHAC Ion¹, COCU Maria¹,
BRÎNZĂ Lilia¹, ZUBAREV Vera¹

¹Institutul de Chimie

²Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor

Rezumat. În experiențe de vegetație cu umiditatea dirijată a solului a fost studiat efectul Tioureei (Tu), Galmetului și Tiogalmetului asupra activității sistemului enzimatic de protecție antioxidantă a plantelor expuse acțiunii secetei. Tiogalmet-ul reprezintă un preparat nou care conține tiouree și galați de potasiu, amoniu, magneziu, molibdat de potasiu și paramolibdat de amoniu. Ca obiecte de studiu au servit plantele de *Glycine max* (Merr) L soiul Nadejda și *Zea mays* L cultivarul P480, crescute în containere Mitcherlih cu volum de 40 kg sol și expuse în condiții de secetă la fazele critice pentru apă. S-a stabilit, că pre-tratarea plantelor cu Tu, Galmet și, în deosebi, cu Tiogalmet condiționează majorarea activității superoxid dismutazei (SOD), catalazei (CAT), ascorbat peroxidazei (APX), glutationreductazei (GLR) și glutation peroxidazei (GLPX). Activitatea înaltă a enzimelor antioxidante este asociată cu diminuarea conținutului di-aldehidei malonice (DAM). Majorarea capacității de protecție antioxidantă a plantelor pre-tratate cu Tiogalmet s-a înregistrat atât în condiții optime, cât și în condiții de stres oxidativ indus de acțiunea secetei. Proprietățile antioxidante ale preparatului Tiogalmet sunt veridic mai bine exprimate comparativ cu Tioureea și preparatul Galmet și poate fi utilizat pentru a reduce impactul negativ al stresului oxidativ cauzat de speciile reactive de oxigen (SRO).

Cuvinte cheie: specii reactive de oxigen, sistem enzimatic de protecție antioxidantă, secetă, plante, rezistență.

EFFECT OF TIOGALMET ON THE ACTIVITY OF THE ENZYMATIC ANTIOXIDANT SYSTEM PROTECTION OF PLANTS UNDER OXIDATIVE STRESS CONDITIONS

Abstract. The effect of Thiourea, Galmet and Thiogalmet on the activity of enzymatic system of antioxidant protection of plants exposed to moderate drought conditions was studied. Thiogalmet is a new chemical composition that contains thiourea and gallates of potassium, ammonium, magnesium, potassium molybdate and ammonium paramolybdate. As subjects of investigations served the plants *Glycine max* (Merr) L variety Nadejda and *Zea mays* L cultivar P480, grown in the Mitcherlih vegetation pots with volume of 40 kg soil and exposed to the drought stress at the critical stages for water. It has been established that pre-treatment of plants with Thiourea, Galmet and, in particular, with Thiogalmet increases the activity of superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), ascorbate peroxidase (APX), glutathione reductase (GLR) and glutathione peroxidase (GLPX). The high activity of antioxidant enzymes is associated with a decrease in the content of malonic di-aldehyde (MDA). The increase in antioxidant protection capacity of plants pre-treated with Thiogalmet was recorded both in optimal conditions and in conditions of oxidative stress induced by drought. Thiogalmet has been shown to be one of the newest chemicals with stronger antioxidant properties compared to Thiourea and Galmet, and can be used to reduce the negative impact of oxidative stress caused by reactive oxygen species (ROS).

Keywords: reactive oxygen species, enzyme antioxidant protection system, drought, plants, resistance.

Introducere

Pe durata vieții plantele permanent sau periodic sunt expuse acțiunii factorilor nefavorabili, în special, influenței secetei. Una dintre reacțiile de răspuns a plantelor la acțiunea stres-factorilor, inclusiv la secetă, este intensificarea formării speciilor reactive de oxigen (SRO), care în funcție de concentrația acestora, au rol de semnalizare și activare a mecanismelor de protecție sau de inducție a stresului oxidativ și distrucție a structurilor celulare. Evitarea supraacumulării SRO în celule este asigurată de sistemele enzimatic și non-enzimatic de protecție antioxidantă, care include enzimele antioxidante și compuși cu masa moleculară mică. În ultimii ani s-a demonstrat că antioxidanții pot fi utilizați pentru majorarea toleranței plantelor la factorii de stres. Efectul benefic al utilizării exogene a antioxidanților cu masa moleculară mică se datorează proprietății acestora de reglare a activității sistemelor de protecție antioxidantă. Sunt bine cunoscute proprietățile antioxidante ale tioureei [Wahid, A., S.M.A. Basra, M. Farooq, 2017]. Principalele grupări funcționale în molecula tioureei sunt grupele tiol (-SH) și amino (-NH₂), care sunt implicate în stabilizarea structurii proteinelor și la captarea și eliminarea SRO în celulele vii. Totodată se cunoaște, că acidul galic, răspândit pe scară largă în multe specii de plante, are caracteristici de antioxidant puternic și activități de eliminare a radicalilor liberi și poate proteja celulele de daunele cauzate de stresul oxidativ. A fost demonstrată posibilitatea de optimizare a creșterii și productivității plantelor prin tratarea semințelor pentru semănat și aparatului foliar pe parcursul vegetației cu soluție apoasă de Galmet –preparat ce conține galați de K⁺, NH₄⁺, Mg²⁺ și săruri de molibdat de potasiu și paramolibdat de amoniu [Ștefîrță A., Brînză L., Toma S., și al., 2008; Coropceanu E., Ciloci, A., Ștefîrță A., Bulhac, I.,2020]. Dar nu se cunoaște efectul acestui preparat, precum și al acidului galic și derivaților săi asupra sistemelor de protecție antioxidantă a plantelor.

Reieșind din cele relatate mai sus unul dintre **obiectivele specifice** ale lucrării a constat în evaluarea proprietăților antioxidante ale Tioureei, Galmetului și Tiogalmetului și efectului utilizării exogene al acestor preparate asupra mecanismelor nespecifice, corelate cu gradul de manifestare a potențialului de rezistență al plantelor la stresul oxidativ condiționat de secetă.

Materiale și metode

În calitate de obiecte de studiu au servit plante de porumb *Zea mays*, L., cultivar P 458 și plante de soia *Glycine max* (Merr), L., soiul Nadejda, cultivate în containere

Mitcherlii cu un volum de 40 kg sol. Experiențele și investigațiile s-au realizat în Complexul de vegetație și laboratoarele Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor.

Experiențele s-au realizat conform *schemei*: I variantă - plante din semințe tratate cu apă (martor); II variantă – tratarea semințelor înainte de semănat și plantelor în timpul creșterii vegetative cu soluție apoasă de Tiouree; III variantă – tratarea semințelor înainte de semănat și plantelor în timpul creșterii vegetative cu soluție apoasă de Galmet în concentrație de 0,005%; IV variantă – tratarea semințelor înainte de semănat și plantelor în timpul creșterii vegetative cu soluție apoasă de Tiogalmet de aceeași concentrație. Pe variante paralele s-a studiat efectul pre-tratării plantelor cu soluțiile apoase ale preparatelor indicate mai sus asupra particularităților de protecție antioxidantă a plantelor în condiții de stres oxidativ, creat prin reducerea umidității solului. Condiții de secetă s-au creat în perioadele critice pentru apă a plantelor: la porumb – în timpul paniculării - înfloririi; la soia – în timpul înfloririi – începutul formării păstăilor. Durata stresului hidric – 7 zile, urmată de o perioadă de recuperare.

S-a studiat efectul pre-tratării plantelor de porumb cu Tiouree, Galmet și Tiogalmet asupra indicilor care caracterizează intensitatea destrucțiilor oxidative în frunzele plantelor.

Rezultate și discuții

S-a stabilit, că în condiții favorabile de umiditate în sol plantele martor de porumb și soia se caracterizează prin conținut de di-aldehidă malonică aproximativ egal, dar care indică existența unui conținut relativ înalt de SRO și stres oxidativ moderat, generat de temperatura ridicată și umiditatea relativă a aerului scăzută din timpul vegetației. Pre-tratarea plantelor cu Tiouree, Galmet și, în deosebi, cu Tiogalmet condiționează majorarea activității (SOD), catalazei (CAT), (APX), (GR) și (GPX) și o diminuare a conținutului DAM la reprezentanții ambelor culturi. La plantele de porumb și soia, pre-tratate cu Tu s-a înregistrat o scădere a conținutului DAM cu 6,59 și respectiv cu 22,79%. Utilizarea soluției de Galmet pentru pre-tratarea semințelor înainte de semănat și plantelor pe parcursul creșterii vegetative a asigurat o diminuare a proceselor de oxidare peroxidică a lipidelor și reducerea conținutului di-aldehidei malonice cu 20,32% comparativ cu valoarea indicelui în frunzele plantelor martor la ambele culturi (Figura 1).

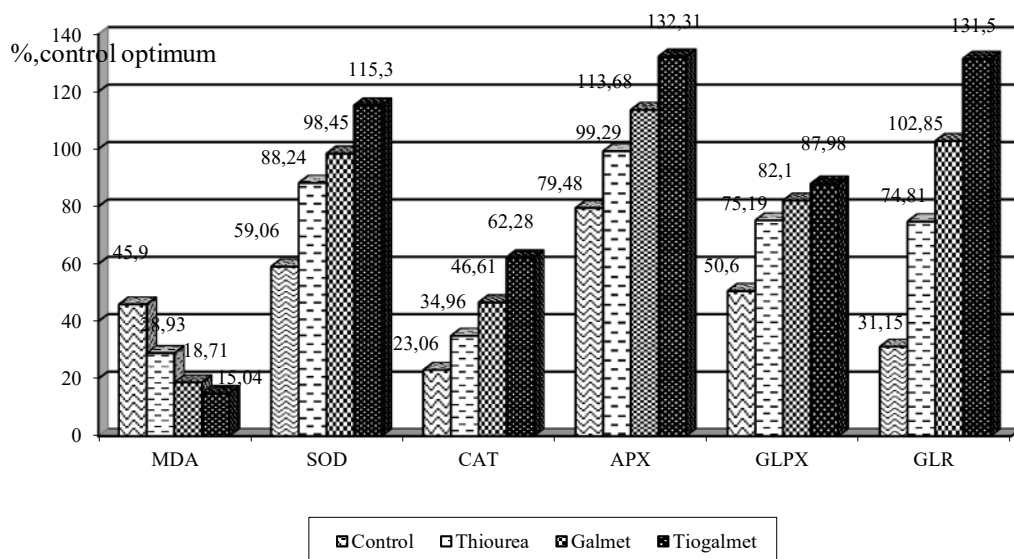


Fig. 1. Gradul de modificare al DAM și activității enzimelor de protecție antioxidantă (% de la valoarea indicelui la plantele martor optim) în frunzele plantelor de porumb P 458 sub influența pre-tratării plantelor cu Tiogalmet și expuse acțiunii secetei

Utilizarea soluției de Tiogalmet în condiții normale de umiditate a asigurat o reducere a stresului oxidativ la plantele de porumb și soia cu 20,77 și 2,79% comparativ cu gradul de diminuare asigurat de pre-tratarea plantelor cu Tu și cu 7,12 și 5,8% comparativ cu utilizarea Galmet-ului.

Conținutul DAM la plantele pre-tratate cu Tu, Galmet și Tiogalmet în condiții de secetă moderată se menținea la un nivel mai mic cu 7,79; 18,63 și 15,31% la porumb și cu 14,40; 13,08 și 22,02% la soia, comparativ cu valorile indicelui plantelor martor netratate și expuse secetei. Conținutul DAM la plantele pre-tratate cu Tu și Tiogalmet pe fond de insuficiență de umiditate a depășit nivelul DAM al plantelor martor din condiții optime de umiditate cu 28,93 și 18,42% la porumb și cu 29,93 și 15,36% - la plantele de soia, ceea ce reprezintă un grad de modificare al DAM semnificativ mai mic decât la plantele netratate dar expuse acțiunii stresului oxidativ cauzat de secetă. Rezultatele analizelor au demonstrat, că seceta provoacă o majorare a conținutului DAM în frunzele plantelor netratate de porumb și soia – cu 39,84 și 51,81% de la valoarea indicelui plantelor martor neexpuse acțiunii secetei. Conținutul DAM la plantele pre-tratate cu Tu, Galmet și Tiogalmet în condiții de secetă moderată s-a menținut la un nivel mai mic, respectiv cu 7,79; 18,63 și 15,31% la porumb și cu 14,40; 13,08 și 22,024% la soia, comparativ cu valorile indicelui plantelor martor netratate și expuse secetei. Conținutul DAM la plantele pre-tratate cu tiouree și Tiogalmet pe fond

de insuficiență de umiditate a depășit nivelul DAM al plantelor martor din condiții optime de umiditate cu 28,93 și 18,42% la porumb și cu 29,93 și 15,36% - la plantele de soia, ceea ce reprezintă un grad de modificare al DAM semnificativ mai mic decât la plantele netratate dar expuse acțiunii stresului oxidativ cauzat de secetă. Efectul de menținere a stării red-ox a plantelor pre-tratate se datorează activizării sistemului enzimatic de protecție antioxidantă a plantelor atât în condiții optime, cât și de stres oxidativ (Figura 1; tabelul 1).

Tabelul 1. Conținutul DAM și activitatea sumară a enzimelor antioxidante în frunzele plantelor de porumb și soia pre-tratate cu Tiogalmet în condiții optime și secetă moderată

Variante		Martor		Tiouree		Galmet		Tiogalmet	
		M ± m	Δ, % M*	M ± m	Δ, %M*	M ± m	Δ, %M*	M ± m	Δ, % M*
Zea mays, L. cv. P458									
Conținutul DAM, μM/g. s. p.	<i>optim</i>	33,7±0,2		31,4±0,09	-6,59	26,8±0,1	-20,3	24,9±0,1	-25,99
	<i>secetă</i>	47,1±0,9	39,84	43,4±0,16	-7,79	39,9±0,2	-18,63	39,8±0,1	-15,31
Activitatea enzimatică sumară	<i>optim</i>	145,4±8,4		158,9±6,77	9,31	180,5±6,7	24,1	185,4±9,9	27,51
	<i>secetă</i>	210,2±6,6	44,50	249,0±6,71	18,44	280,5±6,7	33,4	300,3±5,0	42,85
Glycine max (Merr), L., soiul Nadejda									
Conținutul DAM, μM/g. s. p.	<i>optim</i>	32,9±0,1		25,4±0,06	-22,78	26,2±0,1	-20,4	24,7±0,7	-24,95
	<i>secetă</i>	49,9±0,4	51,81	42,7±0,04	-14,40	43,4±0,1	-13,1	37,9±0,1	-24,00
Activitatea enzimatică sumară	<i>optim</i>	203,7±6,5		221,9±6,52	8,89	232,5±6,6	14,14	238,1±6,8	16,87
	<i>secetă</i>	291,2±5,3		326,4±6,87	12,13	339,4±6,9	16,55	356,2±9,6	18,89

Δ, %M** - comparativ cu plantele martor în condițiile corespunzătoare

În condiții optime de umiditate, activitatea enzimelor antioxidante se majorează la plantele de porumb și soia cu 9,31 și 8,89 la sută sub influența tioureei și respectiv cu 24,1 și 14,4 la pre-tratarea cu soluția de Galmet. În aceste condiții activitatea enzimatică sumară la plantele de porumb și soia pre-tratate cu Tiogalmet s-a majorat corespunzător cu 27,5 și 16,9% comparativ cu valoarea indicelui plantelor martor (tab.; Figura 1). Prin urmare, pre-tratarea plantelor cu Tu, Galmet și, în deosebi, cu Tiogalmet, condiționează majorarea activității enzimelor de protecție antioxidantă și diminuarea conținutului di-aldehidei malonice (DAM), ceea ce demonstrează reducerea stresului oxidativ.

Concluzii

1. Preparatele Galmet și Tiogalmet posedă proprietăți antioxidante.
2. Pre-tratarea plantelor cu Tu, Galmet și, în deosebi, cu Tiogalmet, condiționează majorarea activității sistemului enzimatic de protecție antioxidantă SOD, CAT, APX, GLR, GLPXși, în consecință, reducând intensitatea stresului oxidativ în celule.

Rezultatele incluse în materialul științific au fost realizate în cadrul proiectului din "Programul de stat (2020-2023)", finanțat de ANCD: 20.80009.5007.28 cu titlul: "Elaborarea noilor materiale multifuncționale și tehnologii eficiente pentru agricultură, medicină, tehnică și sistemul educațional în baza complexilor metalelor „s” și „d” cu liganzi polidentati”.

Bibliografie

1. COROPCEANU, E.; CILOCI, A.; ȘTEFÎRȚĂ, A.; BULHAC, I. Study of useful properties of some coordination compounds containing oxime ligands. Published in: *Academica Greifswald, Germany*. 2020, 266 p.
2. ȘTEFÎRȚĂ, A.; BRÎNZĂ, L.; TOMA S.; BULHAC I. și al. Opțiuni fiziologice de fortificare a plantelor în condiții de insuficiență de umiditate. Diminuarea impactului factorilor pedoclimatici extremali asupra plantelor de cultură. Chișinău. 2008, p. 166-203.
3. WAHID, A.; BASRA, S.M.A.; FAROOQ,M. Thiourea: a molecule with immense biological significance for plants. *Int. J. Agric. Biol.* 2017, vol. 19, p. 911–920. <http://www.fspublishers.org>.